

Выполнение контрольной работы является обязательным условием допуска к экзамену по химии.

Контрольная работа по химии оформляется в тетради. Перед решением каждой задачи необходимо переписать условие задачи полностью, затем привести решение задачи, сопровождая его краткими пояснениями.

Номер варианта контрольной работы должен совпадать с последней цифрой шифра зачетной книжки.

В случае, если студент выполнил не свой вариант задания, контрольная работа возвращается на доработку.

Выполненную контрольную работу необходимо сдать на проверку в ауд. 7125 (7-ой учебный корпус, комната 125). Результаты проверки контрольной работы можно узнать по телефону **(062)310-03-21**.

Образец оформления тетради для контрольной работы:

Контрольная работа по химии
студента гр. _____

(ФИО)

Шифр _____

Проверил:

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Задача 1. Вещество А реагирует с веществом В, при этом одним из продуктов реакции является вещество D.

1) Напишите уравнение реакции, подберите стехиометрические коэффициенты.

2) Определите количество образовавшегося продукта D (его массу $m(D)$, если образуется твердое (т) вещество или вещество в растворе (р), или его объем $V(D)$, если образуется газообразное (г) вещество) с учетом выхода продукта $B(D)$.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, выберите из таблицы 1.

Таблица 1

№ варианта	А	$m(A), г$	В	$m(B), г$	D	$B(D), \%$
1.1	сульфид калия	15	серная кислота	15	сероводород (г)	85
1.2	серная кислота	110	гидроксид калия	110	сульфат калия (р)	45
1.3	водород	40	азот	40	аммиак (г)	65
1.4	угольная кислота	50	гидроксид натрия	50	карбонат натрия (р)	30
1.5	азотная кислота	60	гидроксид бария	60	нитрат бария (р)	90
1.6	ортофосфат натрия	20	хлорид магния	20	ортофосфат магния (т)	70
1.7	кремниевая кислота	70	гидроксид бария	70	силикат бария (т)	80
1.8	хлорид меди(II)	45	гидроксид калия	45	гидроксид меди(II) (т)	75
1.9	соляная кислота	55	сульфид аммония	55	сероводород (г)	70
1.10	оксид серы(IV)	25	кислород	25	оксид серы(VI) (г)	85

2. ХИМИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА

Задача 2. Для реакции, приведенной в таблице 2, выполните следующие задания:

1) рассчитайте стандартную энтальпию и стандартную энтропию химической реакции;

2) определите, в каком направлении (прямом или обратном) будет протекать реакция при 298 К и указанной температуре t , если все ее участники находятся в стандартном состоянии;

3) рассчитайте температуру T_p , при которой равновероятны оба направления реакции. Укажите диапазон температур, в котором возможно протекание реакции в прямом направлении;

Таблица 2

№ варианта	Уравнение реакции	$t, ^\circ\text{C}$
2.1	$2\text{PbO}_{(к)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{PbO}_{2(к)}$	200
2.2	$\text{CH}_{4(г)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_{2(г)} + 3\text{H}_2(г)$	350
2.3	$\text{PCl}_{5(г)} \rightleftharpoons \text{PCl}_{3(г)} + \text{Cl}_{2(г)}$	600
2.4	$\text{CO}_{2(г)} + \text{C}_{(к)} \rightleftharpoons 2\text{CO}_{(г)}$	400
2.5	$2\text{NO}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_{4(г)}$	800
2.6	$\text{FeO}_{(к)} + \text{CO}_{(г)} \rightleftharpoons \text{Fe}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)}$	650
2.7	$\text{N}_{2(г)} + 3\text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(г)}$	300
2.8	$\text{CO}_{(г)} + \text{H}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{C}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$	550
2.9	$2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + \text{SO}_{2(г)} \rightleftharpoons 3\text{S}_{(к)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(г)}$	500
2.10	$2\text{NO}_{(г)} + \text{O}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{NO}_{2(г)}$	950

3. ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА. ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Задача 3. Для гетерогенной химической реакции в таблице 3:

- 1) запишите кинетическое уравнение для прямой и обратной реакций;
- 2) определите, как изменится скорость данной химической реакции при повышении давления в системе в N раз;
- 3) напишите выражение константы K_c гетерогенного химического равновесия для приведенной гетерогенной химической реакции;
- 4) В какую сторону сместится равновесие в изучаемой системе, если общее давление в системе уменьшится?

Таблица 3

№ варианта	Уравнение реакции	N
3.1	$\text{MgO}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{MgCO}_{3(к)}$	3
3.2	$2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} + 2\text{SO}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{S}_{(г)} + 3\text{O}_{2(г)}$	4
3.3	$2\text{Cl}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons 4\text{HCl}_{(г)} + \text{O}_{2(г)}$	2
3.4	$\text{CaO}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{Ca(OH)}_{2(к)}$	4
3.5	$2\text{Mg}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{MgO}_{(к)} + \text{C}_{(к)}$	3
3.6	$2\text{Al}_{(к)} + 3\text{Cl}_{2(г)} \rightleftharpoons 2\text{AlCl}_{3(к)}$	4
3.7	$\text{MgO}_{(к)} + \text{H}_2_{(г)} \rightleftharpoons \text{Mg}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$	3
3.8	$\text{ZnO}_{(к)} + \text{CO}_{2(г)} \rightleftharpoons \text{ZnCO}_{3(к)}$	3
3.9	$\text{CO}_{2(г)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(ж)} \rightleftharpoons \text{CH}_{4(г)} + 2\text{O}_{2(г)}$	2
3.10	$\text{ZnO}_{(к)} + \text{H}_2_{(г)} \rightleftharpoons \text{Zn}_{(к)} + \text{H}_2\text{O}_{(г)}$	2

4. ОКИСЛИТЕЛЬНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Задача 4. Для окислительно-восстановительных реакций в таблице 4:

1) укажите окислитель и восстановитель, какое вещество окисляется, а какое — восстанавливается;

2) составьте электронные уравнения и на основании их расставьте коэффициенты в уравнениях реакций;

3) при наличии табличных данных определите возможность самопроизвольного протекания реакций в прямом направлении.

Таблица 4

№ варианта	Схемы реакций
4.1	$\text{Ge} + \text{KOH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{K}_2\text{GeO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{HCl} + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$
4.2	$\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 + \text{PbO}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HMnO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{P} + \text{KClO}_3 \rightarrow \text{P}_2\text{O}_5 + \text{KCl}$
4.3	$\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{KNO}_3 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{KNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
4.4	$\text{Ge} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{GeO}_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$
4.5	$\text{KBr} + \text{KBrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{SO}_2 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NO} + \text{H}_2\text{SO}_4$
4.6	$\text{MgH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$
	$\text{Si} + \text{HNO}_3 + \text{HF} \rightarrow \text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
4.7	$\text{PH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4$
	$\text{Cu}_2\text{O} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
4.8	$\text{Na}_2\text{MnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{NaMnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{SO}_4$
	$\text{HNO}_3 + \text{Al} \rightarrow \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
4.9	$\text{Si} + \text{O}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
	$\text{HNO}_3 + \text{Bi} \rightarrow \text{NO} + \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$
4.10	$\text{K}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{K}_2\text{SO}_4$
	$\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_{4(\text{конц})} \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

5. ЭЛЕКТРОДНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Задача 5. Для данного гальванического элемента:

- 1) определите анод и катод;
- 2) напишите уравнения анодного и катодного процессов, суммарные ионно-молекулярное и молекулярное уравнения этих процессов, протекающих в гальваническом элементе;
- 3) укажите изменения значений равновесных электродных потенциалов анодного и катодного процессов при прохождении тока. Объясните причину такого изменения;
- 4) рассчитайте электродвижущую силу (ЭДС) гальванического элемента при указанных молярных концентрациях растворов соответствующих солей.

Исходные данные, необходимые для решения задачи, выберите из таблицы 5.

Таблица 5

№ варианта	Схема гальванического элемента
5.1	Co CoSO ₄ CuSO ₄ Cu 1 M 0,01 M
5.2	Pb Pb(NO ₃) ₂ AgNO ₃ Ag 1 M 0,01 M
5.3	Cd CdSO ₄ CdSO ₄ Cd 0,01 M 1 M
5.4	Ni Ni(NO ₃) ₂ Bi(NO ₃) ₃ Bi 0,1 M 1 M
5.5	Cu CuSO ₄ AgNO ₃ Ag 1 M 0,1 M
5.6	Bi Bi(NO ₃) ₃ Cu(NO ₃) ₂ Cu 0,001 M 1 M
5.7	Fe FeSO ₄ CdSO ₄ Cd 0,001 M 1 M
5.8	Ni NiSO ₄ CuSO ₄ Cu 1 M 0,01 M
5.9	Cd CdSO ₄ NiSO ₄ Ni 0,01 M 1 M
5.10	Zn Zn(NO ₃) ₂ AgNO ₃ Ag 1 M 0,01 M

6. РАСТВОРЫ

Задача 6 1. По данным таблицы 6 рассчитать концентрацию раствора указанной соли: а) процентную, б) молярную, в) моляльную, г) мольную долю растворителя и растворенного вещества. Плотность раствора принять равной 1,1 г/мл.

2. Написать уравнение гидролиза соли. Рассчитать pH раствора соли, учитывая, что гидролиз протекает в основном по первой стадии. Определить степень гидролиза α_r .

3. Вычислить температуры кипения и замерзания раствора соли (для воды $K_3=0,52$, $K_k= 1,86$)

Таблица 6

№	Соль	Масса воды m_1 , г	Масса соли m_2 , г	$\alpha_{дис}$
6.1	Na ₂ S	350	60	0,85
6.2	(NH ₄) ₂ SO ₄	450	110	0,75
6.3	K ₂ S	300	15	0,90
6.4	Na ₂ SiO ₃	400	100	0,95
6.5	Sn(NO ₃) ₂	400	40	0,85
6.6	Na ₂ SO ₃	200	10	0,75
6.7	CuCl ₂	200	120	0,80
6.8	K ₂ CO ₃	300	80	0,70
6.9	Cu(NO ₃) ₂	150	140	0,80
6.10	FeCl ₂	250	90	0,70

ПРИЛОЖЕНИЕ

Термодинамические свойства веществ в стандартном состоянии при 298,15 К

Вещество	$\Delta H_{298}^0, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$S_{298}^0, \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\Delta G_{298}^0, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$
Ag (к)	0	42,71	0
AgCl (к)	-127,04	96,11	-109,72
Al (к)	0	28,3	0
AlCl ₃ (к)	-695,3	167,4	-631,18
Al ₂ O ₃ (к)	-1676,0	50,9	-1582,0
BaO (к)	-582,0	70,3	-552,0
BaCO ₃ (к)	-1235,0	112,0	-1136,0
C (графит)	0	5,7	0
CCl ₄ (г)	-106,7	309,41	-64,0
CCl ₄ (ж)	-135,4	214,4	-64,6
CH ₄ (г)	-74,9	186,2	-50,8
C ₂ H ₂ (г)	226,8	200,8	209,2
C ₂ H ₄ (г)	52,3	219,4	68,1
C ₂ H ₆ (г)	-89,7	229,5	-32,9
C ₃ H ₈ (г)	-103,9	269,9	-107,2
C ₆ H ₆ (ж)	49,03	172,8	124,5
C ₂ H ₅ OH (ж)	-277,6	160,7	-174,8
C ₆ H ₁₂ O ₆ (ж)	-1273,0	-	-919,5
CO (г)	-110,5	197,5	-137,1
CO ₂ (г)	-393,5	213,7	-394,4
Ca (к)	0	41,63	0
CaCO ₃ (к)	-1207,0	92,8	-1128,7
CaO (к)	-635,6	39,7	-604,2
Ca(OH) ₂ (к)	-986,6	76,1	-896,8
Cl ₂ (г)	0	222,9	0
Cr (к)	0	23,8	0
Cr ₂ O ₃ (к)	-1440,6	81,2	-1050,0
Cu (к)	0	33,3	0
CuO (к)	-162,0	46,2	-129,9
Cu ₂ S (к)	-79,5	120,0	-86,1
CuSO ₄ (к)	-771,2	113,3	-681,9
F ₂ (г)	0	202,9	0
Fe (к)	0	27,52	0
FeO (к)	-266,5	54,0	-244,3
Fe ₂ O ₃ (к)	-822,2	87,4	-740,3
Fe ₃ O ₄ (к)	-1117,1	146,2	-1014,2
H ₂ (г)	0	130,6	0
HBr (г)	-36,24	198,6	-53,3
HCN (г)	135,0	113,1	125,5
HCl (г)	-92,3	186,8	-95,2
HF (г)	-270,7	178,7	-272,8
HI (г)	26,6	206,5	1,8
H ₂ O (г)	-241,8	188,7	-228,6
H ₂ O (ж)	-285,8	70,1	-237,3
H ₂ S (г)	-21,0	205,7	-33,8
I ₂ (г)	62,24	260,5	19,37
I ₂ (к)	0	116,7	0
Mg (к)	0	32,51	0

Вещество	$\Delta H_{298}^0, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$	$S_{298}^0, \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$	$\Delta G_{298}^0, \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$
MgCO ₃ (к)	-894,96	85,7	-817,5
MgCl ₂ (к)	-641,1	89,9	-591,6
MgO (к)	-601,8	26,9	-569,6
N ₂ (г)	0	191,5	0
NH ₃ (г)	-46,2	192,6	-16,7
NH ₄ NO ₃ (к)	-385,4	151,0	-183,8
N ₂ O (г)	82,0	219,9	104,1
NO (г)	90,3	210,6	86,6
N ₂ O ₃ (г)	83,3	307,0	140,5
NO ₂ (г)	33,5	240,46	51,5
N ₂ O ₄ (г)	9,6	304,3	98,4
N ₂ O ₅ (г)	-42,7	178,0	114,1
Ni (к)	0	30,12	0
NiO (к)	-239,7	38,0	-211,6
O (г)	247,52	160,95	230,1
O ₂ (г)	0	205,0	0
O ₃ (г)	142,3	237,6	163,43
PCl ₃ (г)	-306,35	311,66	-286,27
PCl ₅ (г)	-398,94	352,71	-324,63
P ₂ O ₅ (к)	-1492,0	114,5	-1348,8
Pb (к)	0	64,9	0
PbO (к)	-219,3	66,1	-189,1
PbO ₂ (к)	-276,6	74,9	-218,3
S (ромбич.)	0	31,9	0
SO ₂ (г)	-296,9	248,1	-300,2
SO ₃ (г)	-395,2	256,2	-370,4
Si (к)	0	18,7	0
SiF ₆ (г)	-1506,2	284,5	-1468,6
SiO ₂ (кварц)	-910,9	41,8	-856,7
Sn (к)	0	51,5	0
SnO (к)	-286,0	56,5	-256,9
SnO ₂ (к)	-580,8	52,3	-519,3
Sr (к)	0	54,4	0
SrO (к)	-604,0	55,6	-575,0
SrCO ₃ (к)	-1176,0	98,3	-1138,0
Ti (к)	0	30,6	0
TiCl ₄ (к)	-804,2	252,4	-737,4
TiO ₂ (к)	-943,9	50,3	-888,6
Zn (к)	0	41,63	0
ZnCO ₃ (к)	-812,6	82,4	-731,4
ZnO (к)	-350,6	43,6	-320,7
ZnSO ₄ (к)	-978,2	124,6	-871,2

**Стандартные электродные потенциалы металлов
в водных растворах (φ° , В)**

$\text{Me}^{n+}/\text{Me}^\circ$	φ° , В	$\text{Me}^{n+}/\text{Me}^\circ$	φ° , В
Li ⁺ /Li	-3,045	Cd ²⁺ /Cd	-0,403
Rb ⁺ /Rb	-2,925	In ³⁺ /In	-0,338
K ⁺ /K	-2,930	Ti ³⁺ /Ti	-0,368
Cs ⁺ /Cs	-2,923	Tl ⁺ /Tl	-0,336
Ra ⁺ /Ra	-2,916	Co ²⁺ /Co	-0,277
Ba ²⁺ /Ba	-2,905	Ni ²⁺ /Ni	-0,250
Sr ²⁺ /Sr	-2,888	Mo ³⁺ /Mo	-0,200
Ca ²⁺ /Ca	-2,864	Sn ²⁺ /Sn	-0,136
Na ⁺ /Na	-2,714	Pb ²⁺ /Pb	-0,130
Ac ³⁺ /Ac	-2,600	Fe ³⁺ /Fe	-0,037
La ³⁺ /La	-2,522	2H⁺/H₂	0,000
Ce ³⁺ /Ce	-2,483	Sn ⁴⁺ /Sn	+0,130
Y ³⁺ /Y	-2,372	Sb ³⁺ /Sb	+0,200
Mg ²⁺ /Mg	-2,363	Re ³⁺ /Re	+0,300
Sc ³⁺ /Sc	-2,077	Bi ³⁺ /Bi	+0,125
Th ⁴⁺ /Th	-1,899	Co ³⁺ /Co	+0,330
Be ²⁺ /Be	-1,847	Cu ²⁺ /Cu	+0,340
U ³⁺ /U	-1,798	Tc ²⁺ /Tc	+0,400
Hf ⁴⁺ /Hf	-1,700	Ru ²⁺ /Ru	+0,450
Al ³⁺ /Al	-1,663	Cu ⁺ /Cu	+0,520
Ti ²⁺ /Ti	-1,630	Hg ₂ ²⁺ /2Hg	+0,790
Ti ³⁺ /Ti	-1,208	Ag ⁺ /Ag	+0,799
Mn ²⁺ /Mn	-1,180	Rh ³⁺ /Rh	+0,800
V ²⁺ /V	-1,180	Pb ⁴⁺ /Pb	+0,840
Nb ³⁺ /Nb	-1,100	Os ²⁺ /Os	+0,850
V ³⁺ /V	-0,868	Hg ²⁺ /Hg	+0,852
Cr ²⁺ /Cr	-0,913	Pd ²⁺ /Pd	+0,915
Zn ²⁺ /Zn	-0,763	Ir ³⁺ /Ir	+1,150
Cr ³⁺ /Cr	-0,744	Pt ²⁺ /Pt	+1,190
Ga ³⁺ /Ga	-0,560	Au ³⁺ /Au	+1,498
Fe ²⁺ /Fe	-0,440	Au ⁺ /Au	+1,691

**Стандартные электродные потенциалы (φ , В)
некоторых ОВ-систем в водных растворах при 25°C**

Элемент	Электродный процесс $ox + n\bar{e} \rightleftharpoons red$	φ° , В
Ag	$Ag^+ + \bar{e} \rightleftharpoons Ag$	+0,80
Al	$[Al(OH)_4]^- + 3\bar{e} \rightleftharpoons Al + 4OH^-$	-2,35
	$Al^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons Al$	-1,66
Au	$Au^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons Au$	+1,50
	$Au^+ + \bar{e} \rightleftharpoons Au$	+1,69
Ba	$Ba^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Ba$	-2,90
Be	$[Be(OH)_4]^{2-} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Be + 4OH^-$	-2,62
	$Be^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Be$	-1,85
Br	$2BrO_3^- + 6H_2O + 10\bar{e} \rightleftharpoons Br_2 + 12OH^-$	+0,50
	$Br_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2Br^-$	+1,09
	$2BrO_3^- + 12H^+ + 10\bar{e} \rightleftharpoons Br_2 + 6H_2O$	+1,52
	$2HBrO + 2H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons Br_2 + 2H_2O$	+1,59
Ca	$Ca^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Ca$	-2,87
Cd	$Cd^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Cd$	-0,40
Cl	$2ClO^- + 2H_2O + 2\bar{e} \rightleftharpoons Cl_2 + 4OH^-$	+0,40
	$ClO_4^- + 4H_2O + 8\bar{e} \rightleftharpoons Cl^- + 8OH^-$	+0,56
	$ClO_3^- + 3H_2O + 6\bar{e} \rightleftharpoons Cl^- + 6OH^-$	+0,63
	$ClO_2^- + H_2O + 2\bar{e} \rightleftharpoons Cl^- + 2OH^-$	+0,66
	$Cl_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2Cl^-$	+1,36
	$2ClO_4^- + 16H^+ + 14\bar{e} \rightleftharpoons Cl_2 + 8H_2O$	+1,39
	$2ClO_3^- + 12H^+ + 10\bar{e} \rightleftharpoons Cl_2 + 6H_2O$	+1,47
	$2HOCl + 2H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons Cl_2 + 2H_2O$	+1,63
Co	$Co^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Co$	-0,28
	$Co^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons Co$	+0,33
	$Co^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons Co^{2+}$	+1,84
Cr	$Cr^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons Cr$	-0,74
	$Cr^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons Cr^{2+}$	-0,41
	$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3\bar{e} \rightleftharpoons Cr(OH)_3 + 5OH^-$	-0,13
	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1,33
Cs	$Cs^+ + \bar{e} \rightleftharpoons Cs$	-2,91
Cu	$Cu^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Cu$	+0,34
	$Cu^+ + \bar{e} \rightleftharpoons Cu$	+0,52
F	$F_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2F^-$	+2,85
Fe	$Fe(OH)_3 + \bar{e} \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + OH^-$	-0,56
	$Fe^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Fe$	-0,44
	$Fe^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons Fe$	-0,04

Элемент	Электродный процесс ox + nē ⇌ red	φ°, В
	$\text{Fe}^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Fe}^{2+}$	+0,77
Ge	$\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ge}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{GeO}_3 + 4\text{H}^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ge} + 3\text{H}_2\text{O}$	-0,36 -0,13
H	$2\text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$ (щелочная среда, pH>7) $2\text{H}^+ (10^{-7} \text{ моль/л}) + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$ (нейтральная среда, pH=7) $2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{H}_2$ (кислая среда, pH<7)	-0,83 -0,41 0,00
Hg	$\text{Hg}_2^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{Hg}$ $\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Hg}$ $2\text{Hg}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Hg}_2^{2+}$	+0,79 +0,85 +0,91
I	$2\text{IO}_3^- + 6\text{H}_2\text{O} + 10\bar{e} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 12\text{OH}^-$ $\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2\text{I}^-$ $2\text{IO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\bar{e} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $2\text{HIO} + 2\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$	+0,21 +0,53 +1,19 +1,45
K	$\text{K}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{K}$	-2,93
La	$\text{La}^{3+} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{La}$	-2,52
Li	$\text{Li}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Li}$	-3,04
Mg	$\text{Mg}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mg}$	-2,36
Mn	$\text{Mn}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}$ $\text{MnO}_4^- + \bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_4^{2-}$ (щелочная среда, pH>7) $\text{MnO}_4^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4\text{OH}^-$ $\text{MnO}_2 + 4\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{MnO}_4^- + 8\text{H}^+ + 5\bar{e} \rightleftharpoons \text{Mn}^{2+} + 4\text{H}_2\text{O}$	-1,18 +0,56 +0,60 +1,23 +1,51
N	$\text{N}_2 + 4\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{H}_4 + 4\text{OH}^-$ $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + 2\text{OH}^-$ $\text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O} + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{OH}^-$ $\text{NO}_3^- + 2\text{H}_2\text{O} + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 4\text{OH}^-$ $\text{NO}_3^- + 7\text{H}_2\text{O} + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{NH}_4\text{OH} + 9\text{OH}^-$ $\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2\text{OH}^-$ $\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{NO}_3^- + 3\text{H}^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{HNO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\bar{e} \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O} + 5\text{H}_2\text{O}$ $2\text{NO}_3^- + 12\text{H}^+ + 10\bar{e} \rightleftharpoons \text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$ $\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}$ $\text{HNO}_2 + \text{H}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$	-1,16 -0,86 -0,46 -0,14 -0,12 +0,01 +0,80 +0,87 +0,94 +1,12 +1,25 +0,96 +1,00
Na	$\text{Na}^+ + \bar{e} \rightleftharpoons \text{Na}$	-2,71
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons \text{Ni}$	-0,25
O	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\bar{e} \rightleftharpoons 4\text{OH}^-$ (щелочная среда, pH>7)	+0,41

Элемент	Электродный процесс $ox + n\bar{e} \rightleftharpoons red$	φ°, B
	$O_2 + 4H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2H_2O$ $O_2 + 4H^+(10^{-7} \text{ моль/л}) + 4\bar{e} \rightleftharpoons 2H_2O$ $O_2 + 4H^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons 2H_2O$ $O_3 + H_2O + 2\bar{e} \rightleftharpoons O_2 + 2OH^-$ $H_2O_2 + 2H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2H_2O$ $O_3 + 2H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons O_2 + 2H_2O$	 +0,68 +0,82 +1,23 +1,24 +1,78 +2,08
P	$P + 3H_2O + 3\bar{e} \rightleftharpoons PH_3 + 3OH^-$ $H_3PO_4 + 2H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons H_3PO_3 + H_2O$ $P + 3H^+ + 3\bar{e} \rightleftharpoons PH_3$	 -0,89 -0,28 +0,06
Pb	$[Pb(OH)_4]^{2-} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Pb + 4OH^-$ $Pb^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Pb$ $Pb^{4+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Pb^{2+}$	 -0,54 -0,13 +1,80
Pt	$Pt^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Pt$	+1,19
Rb	$Rb^+ + \bar{e} \rightleftharpoons Rb$	-2,93
S	$SO_4^{2-} + H_2O + 2\bar{e} \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$ $SO_4^{2-} + 4H_2O + 6\bar{e} \rightleftharpoons S + 8OH^-$ $S + 2\bar{e} \rightleftharpoons S^{2-}$ $SO_4^{2-} + 4H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons H_2SO_3 + H_2O$ $SO_4^{2-} + 10H^+ + 8\bar{e} \rightleftharpoons H_2S + 4H_2O$ $SO_4^{2-} + 8H^+ + 6\bar{e} \rightleftharpoons S + 4H_2O$ $H_2SO_3 + 4H^+ + 2\bar{e} \rightleftharpoons S + 3H_2O$ $S_2O_8^{2-} + 2\bar{e} \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}$	 -0,93 -0,75 -0,48 +0,17 +0,15 +0,36 +0,45 +2,01
Si	$SiF_6^{2-} + 3H_2O + 4\bar{e} \rightleftharpoons Si + 6OH^-$	-1,70
Sn	$[Sn(OH)_4]^{2-} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Sn + 4OH^-$ $Sn^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Sn$ $Sn^{4+} + 4\bar{e} \rightleftharpoons Sn$ $Sn^{4+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Sn^{2+}$	 -0,91 -0,14 +0,01 +0,15
Sr	$Sr^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Sr$	-2,89
Te	$Te + 2\bar{e} \rightleftharpoons Te^{2-}$	-1,14
Ti	$Ti^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Ti$ $TiO_2 + 4H^+ + 4\bar{e} \rightleftharpoons Ti + 2H_2O$ $Sn^{3+} + \bar{e} \rightleftharpoons Sn^{2+}$	 -1,63 -0,86 -0,37
V	$V^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons V$	-1,18
Zn	$[Zn(OH)_4]^{2-} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Zn + 4OH^-$ $Zn^{2+} + 2\bar{e} \rightleftharpoons Zn$	 -1,22 -0,76

Константы диссоциации некоторых слабых электролитов

Электролит	Константа диссоциации	Электролит	Константа диссоциации
Кислоты			
H₃AsO₃ , I стадия	$5,8 \cdot 10^{-10}$	HCN	$7,2 \cdot 10^{-10}$
II стадия	$3 \cdot 10^{-14}$	HF	$7,4 \cdot 10^{-3}$
H₃AsO₄ , I стадия	$3,62 \cdot 10^{-3}$	HNO₂	$4 \cdot 10^{-4}$
II стадия	$1,70 \cdot 10^{-7}$	H₂O	$1,8 \cdot 10^{-16}$
III стадия	$2,95 \cdot 10^{-12}$	H₃PO₄ , I стадия	$7,51 \cdot 10^{-3}$
H₃BO₃ , I стадия	$5,70 \cdot 10^{-10}$	II стадия	$6,23 \cdot 10^{-8}$
H₂CO₃ , I стадия	$4,31 \cdot 10^{-7}$	III стадия	$2,2 \cdot 10^{-13}$
II стадия	$5,61 \cdot 10^{-11}$	H₂S , I стадия	$5,7 \cdot 10^{-8}$
HCOOH	$1,77 \cdot 10^{-4}$	II стадия	$1,2 \cdot 10^{-15}$
CH₃COOH	$1,86 \cdot 10^{-5}$	H₂SiO₃ , I стадия	$1,0 \cdot 10^{-10}$
HClO	$3,0 \cdot 10^{-8}$	II стадия	$1,0 \cdot 10^{-12}$
H₂CrO₄ , I стадия	$1,8 \cdot 10^{-1}$	H₂SO₃ , I стадия	$1,3 \cdot 10^{-2}$
II стадия	$3,2 \cdot 10^{-7}$	II стадия	$5 \cdot 10^{-6}$
Основания			
AgOH	$1,1 \cdot 10^{-4}$	H₂O	$1,8 \cdot 10^{-16}$
Al(OH)₃ , I стадия	$4,0 \cdot 10^{-13}$	NH₄OH	$1,79 \cdot 10^{-5}$
Ba(OH)₂ , II стадия	$2,3 \cdot 10^{-1}$	Pb(OH)₂ , I стадия	$9,6 \cdot 10^{-4}$
Be(OH)₂ , II ступень	$3,3 \cdot 10^{-8}$	II стадия	$6,0 \cdot 10^{-7}$
Ca(OH)₂ , II стадия	$5,0 \cdot 10^{-2}$	Sn(OH)₂ , II стадия	$5,0 \cdot 10^{-13}$
Cu(OH)₂ , II стадия	$3,4 \cdot 10^{-7}$	Zn(OH)₂ , II ступень	$4,0 \cdot 10^{-5}$

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII				
1	H 1 1,0079 Водород											He 2 4,0026 Гелий
2	Li 3 6,941 Литий	Be 4 9,012 Бериллий	B 5 10,811 Бор	C 6 12,011 Углерод	N 7 14,0067 Азот	O 8 15,999 Кислород	F 9 18,998 Фтор					Ne 10 20,179 Неон
3	Na 11 22,990 Натрий	Mg 12 24,305 Магний	Al 13 26,982 Алюминий	Si 14 28,086 Кремний	P 15 30,974 Фосфор	S 16 32,066 Сера	Cl 17 35,453 Хлор					Ar 18 39,948 Аргон
4	K 19 39,098 Калий	Ca 20 40,078 Кальций	21 Sc 44,956 Скандий	22 Ti 47,88 Титан	23 V 50,942 Ванадий	24 Cr 51,996 Хром	25 Mn 54,938 Марганец	26 Fe 55,847 Железо	27 Co 58,933 Кобальт	28 Ni 58,69 Никель		
	29 Cu 63,546 Медь	30 Zn 65,39 Цинк	31 Ga 69,723 Галлий	32 Ge 72,59 Германий	33 As 74,922 Мышьяк	34 Se 78,96 Селен	35 Br 79,904 Бром					Kr 36 83,80 Криптон
5	Rb 37 85,468 Рубидий	Sr 38 87,62 Стронций	39 Y 88,906 Иттрий	40 Zr 91,224 Цирконий	41 Nb 92,906 Ниобий	42 Mo 95,94 Молибден	43 Tc [99] Технеций	44 Ru 101,07 Рутений	45 Rh 102,905 Родий	46 Pd 106,42 Палладий		
	47 Ag 107,868 Серебро	48 Cd 112,41 Кадмий	49 In 114,82 Индий	50 Sn 118,71 Олово	51 Sb 121,75 Сурьма	52 Te 127,60 Теллур	53 I 126,904 Йод					Xe 54 131,29 Ксенон
6	Cs 55 132,91 Цезий	Ba 56 137,33 Барий	57 La* 138,905 Лантан	72 Hf 178,49 Гафний	73 Ta 180,948 Тантал	74 W 183,85 Вольфрам	75 Re 186,207 Рений	76 Os 190,20 Осмий	77 Ir 192,22 Иридий	78 Pt 195,08 Платина		
	79 Au 196,967 Золото	80 Hg 200,59 Ртуть	81 Tl 204,38 Таллий	82 Pb 207,20 Свинец	83 Bi 208,98 Висмут	84 Po [209] Полоний	85 At [210] Астат					Rn 86 [222] Радон
7	Fr 87 [223] Франций	Ra 88 226,025 Радий	89 Ac** [227] Актиний	104 Rf [261] Резерфордий	105 Db [262] Дубний	106 Sg [263] Сиборгий	107 Bh [262] Борий	108 Hs [265] Хассий	109 Mt [266] Мейтнерий	110 Uun [272] Унуннилий		

*Лантано-иды	58 Ce 140,12 Церий	59 Pr 140,908 Празеодим	60 Nd 144,24 Неодим	61 Pm [147] Прометий	62 Sm 150,36 Самарий	63 Eu 151,96 Европий	64 Gd 157,25 Гадолиний	65 Tb 158,925 Тербий	66 Dy 162,50 Диспрозий	67 Ho 164,93 Гольмий	68 Er 167,26 Эрбий	69 Tm 168,934 Тулий	70 Yb 173,04 Итербий	71 Lu 174,967 Лютеций
**Актиноиды	90 Th 232,04 Торий	91 Pa 231,036 Протактиний	92 U 238,029 Уран	93 Np 237,048 Нептуний	94 Pu [244] Плутоний	95 Am [243] Америций	96 Cm [247] Кюрий	97 Bk [247] Берклий	98 Cf [251] Калифорний	99 Es [252] Эйнштейний	100 Fm [257] Фермий	101 Md [258] Менделеевий	102 No [259] Нобелий	103 Lr [260] Лоуренсий