

Теоретический тур

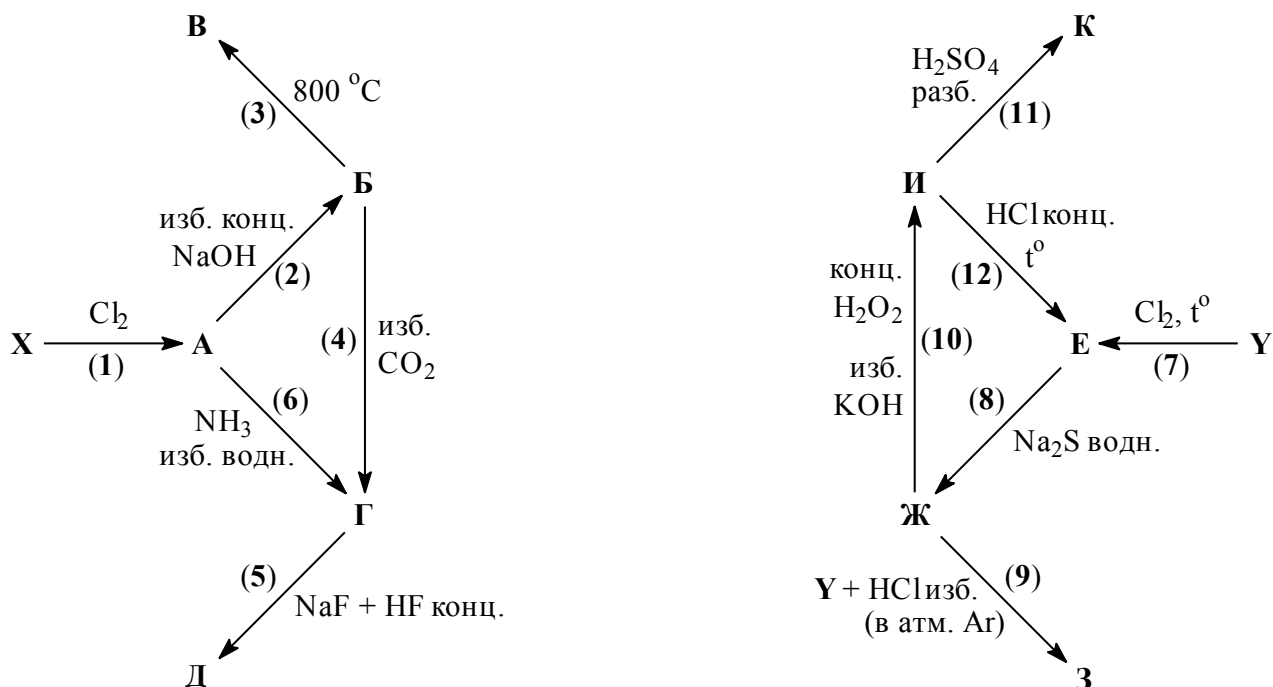
Девятый класс

Задача 9-1

При хлорировании металлов **X** и **Y** образуются соответствующие хлориды **A** и **E**, имеющие одинаковый стехиометрический состав. Известно, что молярная масса хлорида **A** в 1,187 раза меньше, чем **E**, а массовое содержание хлора в **A** составляет 79,75 %.

1. Определите металлы **X** и **Y**. Подтвердите свой ответ расчётами.

Ниже приведены схемы превращений соединений **A–Д**, содержащих **X**, и соединений **E–К**, содержащих **Y**.



2. Приведите формулы соединений **A–К** и напишите уравнения реакций (1–12).

В уравнении 12 укажите агрегатное состояние соединения **И**.

3. Для получения металла **X** в промышленности применяют электролиз расплава смеси, содержащей оксид этого металла и соединение **Д** (которое редко встречается в природе в виде соответствующего минерала). Напишите тривиальное название соединения **Д** и поясните, для чего добавляют **Д** при электрохимическом получении **X**.

4. Водный раствор соединения **З** неустойчив на воздухе, поэтому реакцию (9) необходимо проводить в атмосфере аргона (Ar). Напишите уравнение реакции, которая будет протекать с раствором **З** на воздухе.

Задача 9-2

Элемент **X** мало распространён в природе. Чаще всего его соединения сопутствуют минералам, содержащим элемент **Y**, находящийся с **X** в одной подгруппе. Элемент **Y** встречается в земной коре и в виде простого вещества.

При действии разбавленной азотной кислоты на простое вещество **A**, образованное элементом **X**, получается *кислота 1*, содержащая 61,2 % **X** по массе (*реакция 1*). При действии на *кислоту 1* 30%-ным раствором пероксида водорода образуется *кислота 2* (*реакция 2*). О *кислоте 2* известно, что она является сильным окислителем и способна растворять золото. Золото переходит в соединение, содержащее ион $Au(3+)$, и анион *кислоты 2*, а в реакции не образуются газообразные продукты (*реакция 3*).

1. Установите, о каких элементах **X**, **Y** идёт речь. **Ответ обоснуйте.**

Про **Y** дополнительно известно, что он может образовать кислоты, аналогичные по составу *кислоте 1* и *кислоте 2*.

2. Определите *кислоту 1* и *кислоту 2*. Ответ подтвердите расчётом.

3. Напишите уравнения реакций 1–3.

4. В честь какого небесного тела назван элемент **X**?

5. Напишите уравнение реакции простого вещества **A** при сплавлении с алюминием и гидроксидом натрия (*реакция 4*). Установите формулу бинарного продукта реакции соединения **B**, содержащего в структуре цепочки X_4 , массовая доля **X** в **B** составляет 87,3 %.

Задача 9-3

Для определения состава смеси простых веществ **A**, **B** и **B**, образованных элементами одной группы периодической системы Д. И. Менделеева, проделали следующие опыты:

Опыт 1

Навеску смеси тонких порошков **A**, **B** и **B** массой 4,6915 г высыпали в 30%-ный раствор азотной кислоты. В результате выделился бесцветный газ **Г** с плотностью по водороду 14,88, образовался *раствор 1* (*реакция 1*) и остались не растворившиеся вещества **A** и **B**.

Опыт 2

Осадок веществ **A** и **B** отфильтровали, отмыли от кислоты и высушили, после чего их высыпали в концентрированный раствор гидроксида натрия. При этом выделился лёгкий газ **Д**, образовался *раствор 2* (*реакция 2*) и в осадке осталось вещество **A** массой 0,6005 г.

Опыт 3

Осадок вещества **A** отфильтровали и отмыли от щёлочи, высушили и сожгли в кислороде (*реакция 3*). Единственным продуктом реакции является газ **Е**, объём которого составил

1,12 л (н. у.). Газ **Е** полностью растворили в избытке раствора гидроксида натрия, полученный раствор охладили, при этом образовались бесцветные кристаллы вещества **Ж** массой 8,5637 г (массовая доля кислорода в веществе **Ж** равна 72,68 %) (*реакция 4*).

Опыт 4

Раствор 1 упарили почти досуха и твёрдый остаток растворили в воде. К полученному раствору добавили раствор сульфида калия. Из раствора выпал чёрный осадок вещества **З** (*реакция 5*) массой 3,5890 г.

Опыт 5

Раствор 2 обработали соляной кислотой, в результате чего выпал осадок (*реакция 6*). Его отделили от раствора и прокалили (*реакция 7*). Масса полученного вещества **И** составила 2,1030 г.

Вопросы

- 1) Определите вещества **А–И**. **Ответ обоснуйте**. Состав веществ **Г, Е, Ж, З, И** подтвердите расчётом.
- 2) Напишите уравнения реакций **1–7**.
- 3) Определите массовые доли **А, Б** и **В** в исходной навеске, и выход вещества **Ж** при кристаллизации.

ВНИМАНИЕ: при расчётах относительные атомные массы необходимо брать с точностью до третьего знака после запятой!

Задача 9-4

Неизвестный порошок вещества X_1 жёлтого цвета состоит из двух химических элементов. При растворении X_1 в **большом** избытке концентрированной азотной кислоты выделяется бурый газ X_2 и образуется бесцветный раствор (*реакция 1*). При действии на этот раствор небольшого избытка водного раствора хлорида бария выпадает белый кристаллический осадок X_3 (*реакция 2*). К фильтрату, полученному при отделении осадка X_3 , добавляют избыток раствора нитрата серебра. При этом наблюдается выпадение белого творожистого осадка X_4 (*реакция 3*). К раствору, оставшемуся после отделения осадка X_4 , по каплям осторожно добавляют водный раствор гидроксида натрия до полного осаждения жёлтого осадка X_5 (*реакции 4 и 5*). Определите неизвестные вещества и запишите уравнения реакций (пять уравнений), предполагая, что все реакции протекают количественно, причём масса X_5 в 1,39 раз меньше, чем масса X_3 .

Задача 9-5

Окрашенный газ

В сосуде при температуре 15 °С и давлении 30 кПа находится интенсивно окрашенный газ, состоящий из двух веществ; плотность газа составляет 0.968 г/л. В составе газа – атомы только двух элементов, причём молярные доли элементов равны.

Газ подвергли освещению при постоянной температуре до тех пор, пока давление в сосуде не перестало увеличиваться и достигло 45 кПа. После этого окраска стала менее интенсивной. При добавлении в сосуд раствора щёлочи окраска исчезла, а давление уменьшилось в 2 раза.

Если исходный газ выдержать при температуре 30 °С, то давление в сосуде возрастёт до 39.5 кПа, а после добавления щёлочи оно уменьшится в 5 раз.

1. Установите качественный и количественный состав исходного газа, если известно, что он полностью поглощается раствором щёлочи.
2. Объясните результаты обоих экспериментов. Напишите уравнения реакций и подтвердите ответ расчётами. Учтите, что все описанные реакции протекают до конца.

Приложения к Требованиям

Приложение 1

ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭЛЕМЕНТОВ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	1 H 1,008	2 He 4,0026																	
2	3 Li 6,941	4 Be 9,0122												5 B 10,811	6 C 12,011	7 N 14,007	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,180
3	11 Na 22,9897	12 Mg 24,3050												13 Al 26,982	14 Si 28,086	15 P 30,974	16 S 32,066	17 Cl 35,453	18 Ar 39,948
4	19 K 39,0983	20 Ca 40,078	21 Sc 44,9559	22 Ti 47,867	23 V 50,9415	24 Cr 51,9961	25 Mn 54,9380	26 Fe 55,845	27 Co 58,9332	28 Ni 58,6934	29 Cu 63,546	30 Zn 65,39	31 Ga 69,723	32 Ge 72,61	33 As 74,922	34 Se 78,96	35 Br 79,904	36 Kr 83,80	
5	37 Rb 85,4678	38 Sr 87,62	39 Y 88,9059	40 Zr 91,224	41 Nb 92,9064	42 Mo 95,94	43 Tc 98,9063	44 Ru 101,07	45 Rh 102,9055	46 Pd 106,42	47 Ag 107,868	48 Cd 112,411	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,905	54 Xe 131,29	
6	55 Cs 132,9054	56 Ba 137,327	57 La 138,9055	* 72 Hf 178,49	73 Ta 180,9479	74 W 183,84	75 Re 186,207	76 Os 190,23	77 Ir 192,217	78 Pt 195,078	79 Au 196,966	80 Hg 200,59	81 Tl 204,383	82 Pb 207,2	83 Bi 208,980	84 Po [209]	85 At [210]	86 Rn [222]	
7	87 Fr [223]	88 Ra [226]	89 Ac [227]	** 104 Rf [265]	105 Db [268]	106 Sg [271]	107 Bh [270]	108 Hs [277]	109 Mt [276]	110 Ds [281]	111 Rg [280]	112 Cn [285]	113	114 Fl [289]	115	116 Lv [293]	117	118	

*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

Приложение 2

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЙ РЯД НАПРЯЖЕНИЙ МЕТАЛЛОВ
 Li, Rb, K, Cs, Ba, Sr, Ca, Na, Mg, Be, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, (H), Bi, Cu, Hg, Ag, Pd, Pt, Au
РАСТВОРИМОСТЬ СОЛЕЙ, КИСЛОТ И ОСНОВАНИЙ В ВОДЕ

анион катион	OH ⁻	NO ₃ ⁻	F ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	S ²⁻	SO ₃ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	SiO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻	CH ₃ COO ⁻
H ⁺		P	P	P	P	P	P	P	P	P	H	P	P
NH ₄ ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	–	P	P
K ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Na ⁺	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Ag ⁺	–	P	P	H	H	H	H	H	M	H	–	H	M
Ba ²⁺	P	P	M	P	P	P	P	H	H	H	H	H	P
Ca ²⁺	M	P	H	P	P	P	M	H	M	H	H	H	P
Mg ²⁺	H	P	M	P	P	P	M	H	P	H	H	H	P
Zn ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Cu ²⁺	H	P	P	P	P	–	H	H	P	–	–	H	P
Co ²⁺	H	P	H	P	P	P	H	H	P	H	–	H	P
Hg ²⁺	–	P	–	P	M	H	H	–	P	–	–	H	P
Pb ²⁺	H	P	H	M	M	H	H	H	H	H	H	H	P
Fe ²⁺	H	P	M	P	P	P	H	H	P	H	H	H	P
Fe ³⁺	H	P	H	P	P	–	–	–	P	–	–	H	P
Al ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	M
Cr ³⁺	H	P	M	P	P	P	–	–	P	–	–	H	P
Sn ²⁺	H	P	H	P	P	M	H	–	P	–	–	H	P
Mn ²⁺	H	P	H	P	P	H	H	H	P	H	H	H	P

P – растворимо M – малорастворимо (< 0,1 М) H – нерастворимо (< 10⁻⁴ М) – – не существует или разлагается водой