

Республиканская олимпиада по химии – 2014

Казань, 30–31 января 2014 г.

8 класс

Автор заданий И.А. Седов

1 тур

Задание 1

Чистая вода

Примитивная установка для опреснения морской воды, содержащей 35 г/л хлорида натрия, действует следующим образом. В сосуд наливают 50 литров морской воды и выпаривают ее до объема 30 литров, конденсируя пары чистой, не содержащей соли воды в охлаждаемом приемнике (этот процесс называется перегонкой или дистилляцией). После этого в сосуд с 30 литрами остатка вливают свежую порцию морской воды объемом 50 литров, снова выпаривают до объема 30 литров и так далее.

1. Какова будет концентрация хлорида натрия в остатке после первой перегонки?

Концентрация насыщенного раствора хлорида натрия в воде составляет около 320 г/л. Эта величина мало зависит от температуры.

2. После какой по счету перегонки в сосуде выпадут кристаллы соли?

Чтобы избежать накопления соли в сосуде, оператор решил частично выливать остаток после перегонки, а затем добавлять 50 литров морской воды.

3. Какую минимальную часть от остатка объемом 30 литров нужно выливать из сосуда после каждой перегонки, чтобы кристаллы соли никогда не выпадали, сколько бы перегонок не проводилось?

Задание 2

Контакт

Для работы двигательных установок немецких экспериментальных подводных лодок второй мировой войны был необходим газ, для получения которого использовалась перекись водорода H_2O_2 . Этот газ выделялся при контакте водного раствора перекиси водорода с перманганатом калия KMnO_4 , нанесенным на твердую поверхность, при этом перманганат калия практически не расходовался. Если перекись водорода смешать с водным раствором перманганата калия, то протекает другая реакция, продуктами которой, помимо вышеупомянутого газа, являются вода, гидроксид калия и оксид, содержащий 63,2% металла по массе. При нагревании твердого

перманганата калия выделяется тот же самый газ, образуется тот же самый оксид и еще две соли, содержащие 39,7% и 49,7% калия.

1. Установите формулы всех описанных веществ и приведите уравнения всех описанных реакций.
2. Каким словом называют ту роль, которую играет перманганат калия в реакции 1?
3. Зачем в двигательных установках был нужен этот газ?

Задание 3

Масло куриц

В старинных рукописях был найден следующий рецепт:

“Брось куриное яйцо в крепкую водку, чтобы оно шипело. Затем вынь яйцо и выпари крепкую водку, получишь белый порошок. Прокаливай его в реторте, сгущая пары в сосуде, обложенном снегом, и найдешь в этом сосуде истинное масло куриц.”

Известно, что “крепкая водка” представляет собой водный раствор вещества, содержащего 76,2% кислорода и 1,6% водорода по массе, основным компонентом белого порошка является вещество, содержащее 58,5% кислорода, а “масло куриц” содержит 69,6% кислорода.

1. Установите химические формулы веществ, о которых идет речь. Напишите уравнения протекающих реакций.
2. Что произойдет с маслом куриц, если сосуд с ним вынуть из снега?
3. Можно ли получить масло куриц, если вместо куриного взять змеиное или страусиное яйцо?

Задание 4

Тетрис

Для каждого из пунктов а) – д) найдите 4 элемента, которые удовлетворяют приведенным условиям. Дополнительно известно, что каждая из искоемых четверок элементов занимает 4 соседние клетки в розданной вам версии периодической системы элементов. (Эти 4 клетки образуют одну из фигурок тетриса, любая из них имеет по меньшей мере одну общую сторону с хотя бы одной из трех других клеток).

а) Элемент 1 – при попадании этого элемента в воду происходит взрыв; 2 – бурно реагирует с водой, окрашивает пламя в желтый цвет; 3 – с водой реагирует медленно, горит ярким пламенем и применяется вместо фотовспышки; 4 – очень ядовит.

б) 1 – входит в состав всех органических соединений; 2 – входит в состав многих биологически активных веществ; 3 – существует в виде нескольких

аллотропных модификаций, одна из которых очень ядовита; 4 – перевозится в голубых баллонах.

в) Из 1,000 г металла 1 при окислении образуется 1,437 г его оксида; из 1,000 г металла 2 – 1,382 г его оксида; из 1,000 г металла 3 – 1,317 г его оксида; из 1,000 г металла 4 – 1,336 г его оксида.

г) 1 – в известных соединениях имеет степень окисления +2, не радиоактивен; 2 – проявляет степени окисления +1, +2, +4, +6, +8; 3 – вопреки распространенному мнению, температура плавления этого элемента при атмосферном давлении ниже температуры кипения; 4 – в элементарном виде – серебристо-серый, в виде оксида входит в состав отражающего слоя перезаписываемых компакт-дисков.

д) 1 – характерные степени окисления +3 и +4; 2 – открыт Лекоком де Буабодраном, долгое время не мог быть выделен в чистом виде без примесей элемента 3; 3 – назван в честь европейской столицы; 4 – назван в честь того же, что и элемент 1.

В ответе достаточно привести таблицу с символами элементов:

	1	2	3	4
а)				
б)				
в)				
г)				
д)				

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]							

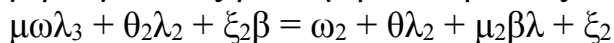
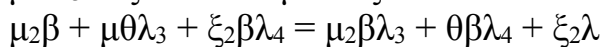
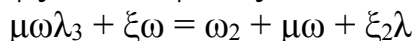
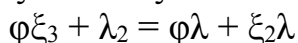
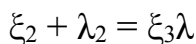
*	58 Ce 140,116	59 Pr 140,90765	60 Nd 144,24	61 Pm [145]	62 Sm 150,36	63 Eu 151,964	64 Gd 157,25	65 Tb 158,92534	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93032	68 Er 167,26	69 Tm 168,93421	70 Yb 173,04	71 Lu 174,967
**	90 Th 232,0381	91 Pa 231,03588	92 U 238,0289	93 Np [237]	94 Pu [242]	95 Am [243]	96 Cm [247]	97 Bk [247]	98 Cf [251]	99 Es [252]	100 Fm [257]	101 Md [258]	102 No [259]	103 Lr [262]

2 тур

Задание 5

Контакт

Инопланетяне записывают символы химических элементов греческими буквами (например, в их периодической системе есть элементы μ , θ , ζ). Индексы и коэффициенты записываются таким же образом, как и у нас. Расставьте коэффициенты в уравнениях реакций из инопланетного учебника химии:



В ответе достаточно привести через запятую коэффициенты для каждой из реакций, например, 1,1,2,1,3. Расшифровывать обозначения элементов не нужно.

Задание 6

Возможны осадки

Вам выдано 6 пронумерованных пробирок с бесцветными водными растворами нитрата калия, сульфата калия, хлорида калия, карбоната калия, нитрата серебра и нитрата кальция. Определите, какой раствор находится в каждой из пробирок.

Наблюдаемые изменения в результате попарного сливания содержимого пробирок приведены в таблице.

	1	2	3	4	5	6
1		Белый осадок	—	Белый осадок	—	—
2	Белый осадок		—	—	Желтый осадок	—
3	—	—		—	—	—
4	Белый осадок	—	—		Белый осадок	—
5	—	Желтый осадок	—	Белый осадок		Белый осадок
6	—	—	—	—	Белый осадок	

В ответе приведите только формулы веществ в каждой из пробирок и формулы осадков.

Краткие решения

Задание 1

1. $35 \cdot 50 / 30 = 58,3$ г/л. (3 балла)
 2. После n перегонок концентрация возрастет в n раз, $35n \cdot 50 / 30 > 320$, $n > 5,5$, т.е. после **6 перегонок**. (6 баллов)
 3. После каждой перегонки концентрация должна быть не выше насыщения, а количество соли в выливаемой и свежей воде должно быть одинаково. Отсюда $V = 35 \cdot 50 / 320 = 5.5$ л. (11 баллов)
- Итого 20 баллов.**

Задание 2

1. Поскольку в первой реакции перманганат калия не расходуется, бесцветный газ может быть только продуктом разложения перекиси водорода, значит это кислород **O₂** (3 балла).

Реакция разложения:



Выделяющийся в следующей реакции оксид, скорее всего, содержит марганец. Молярная масса оксида:

$M = n(\text{Mn}) \cdot M(\text{Mn}) / 0.632 = n(\text{Mn}) \cdot 86.9$, при $n = 1$ это соответствует **MnO₂** (2 балла).

Реакция перманганата калия с перекисью водорода:



Последняя реакция, очевидно разложение перманганата калия. В результате реакции выделяется кислород, оксид марганца MnO₂; соли – манганат калия **K₂MnO₄** (2 балла) и гипоманганат калия **K₃MnO₄** (2 балла).

Реакция разложения протекает по уравнениям:



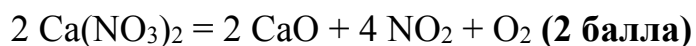
(можно написать любую сумму этих реакций).

2. В первой реакции перманганат калия не расходуется, но ускоряет ее протекание, значит, он является **катализатором**. (2 балла)
3. Кислород применяют в качестве **окислителя для сжигания горючего** (2 балла), например, керосина или солярки. Поскольку кислород образуется в ходе химической реакции, такая двигательная установка может работать и под водой.

Итого 20 баллов.

Задание 3

1. крепкая водка – HNO₃ (3 балла)
белый порошок – Ca(NO₃)₂ (3 балла)
масло куриц – N₂O₄ (3 балла)
 $\text{CaCO}_3 + 2 \text{HNO}_3 = \text{Ca(NO}_3)_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (2 балла)



2. Испарится и превратится в мономерный диоксид азота:



3. Из страусинового **можно (1 балл)**, из змеинового – **нет (1 балл)** (у него нет скорлупы из карбоната кальция).

Итого 20 баллов.

Задание 4

	1	2	3	4
а)	K	Na	Mg	Be
б)	C	N	P	O
в)	Mn	Fe	Ru	Os
г)	Kr	Xe	I	Te
д)	Tb	Dy	Ho	Er

По 1 баллу за каждое точное соответствие, итого 20 баллов.

Задание 5

$$3\xi_2 + \lambda_2 = 2\xi_3\lambda$$

$$4\varphi\xi_3 + 5\lambda_2 = 4\varphi\lambda + 6\xi_2\lambda$$

$$\mu\omega\lambda_3 + 6\xi\omega = 3\omega_2 + \mu\omega + 3\xi_2\lambda$$

$$4\mu_2\beta + 6\mu\theta\lambda_3 + 9\xi_2\beta\lambda_4 = 7\mu_2\beta\lambda_3 + 6\theta\beta\lambda_4 + 9\xi_2\lambda$$

$$4\mu\omega\lambda_3 + 5\theta_2\lambda_2 + 2\xi_2\beta = 2\omega_2 + 10\theta\lambda_2 + 2\mu_2\beta\lambda + 2\xi_2$$

3,1,2

4,5,4,6

1,6,3,1,3

4,6,9,7,6,9

4,5,2,2,10,2,2

По 4 балла за верные коэффициенты, итого 20 баллов.

Задание 6

1 – $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

2 – K_2CO_3

3 – KNO_3

4 – K_2SO_4

5 – AgNO_3

6 – KCl

Осадки AgCl , Ag_2SO_4 , Ag_2CO_3 , CaCO_3 , CaSO_4

По 2 балла за верное соответствие, по 1 баллу за верную формулу, по 0,4 балла за формулы осадков, итого 20 баллов.