

**Рекомендации по решению задач муниципального этапа
всероссийской олимпиады школьников по химии
2017/18 учебный год
9 класс**

Задание 1. Некоторую массу кристаллогидрата состава $MgCO_3 \cdot xH_2O$ прокалили до прекращения выделения газов. Последние были пропущены через склянки с концентрированной серной кислотой и известковой водой. Масса первой склянки увеличилась на 1,8 г, а во второй выпало 2,0 г осадка. Вычислите формулу кристаллогидрата? (10 баллов)

№	Этап решения	Кол-во баллов
1	<p>Составляем уравнения реакций:</p> $MgCO_3 \cdot xH_2O = MgO + CO_2 + xH_2O$ $H_2SO_4 + xH_2O = H_2SO_4 \cdot xH_2O$ $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$	2x3=6
2	<p>Из условия известно, что масса склянки с серной кислотой увеличилась на 1,8 г, это означает, что масса выделившейся воды равна 1,8 г.</p> <p>Найдем количество вещества воды и карбоната кальция:</p> $\nu(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{1,8г}{18 \frac{г}{моль}} = 0,1 моль;$ $\nu(CaCO_3) = \frac{m(CaCO_3)}{M(CaCO_3)} = \frac{2г}{100 \frac{г}{моль}} = 0,02 моль$	1
3	<p>По уравнению рассчитываем количество вещества углекислого газа, образовавшегося в результате реакции:</p> $Ca(OH)_2 + CO_2 = CaCO_3 + H_2O$ <p style="text-align: center;"> $\nu=1 моль \quad \nu=1 моль$ $0,02 моль \quad 0,02 моль$ </p> $MgCO_3 \cdot xH_2O = MgO + CO_2 + xH_2O$ <p style="text-align: center;"> $\nu=1 моль \quad \nu=x моль$ $0,02 моль \quad 0,1 моль$ </p>	1
4	<p>По уравнению реакции 1 моль CO_2 эквивалентно x моль воды, а по условию задачи 0,02 моль CO_2 эквивалентно 0,1 моль воды, т.е. в 5 раз больше.</p>	1
5	<p>Следовательно, формула кристаллогидрата $MgCO_3 \cdot 5H_2O$.</p>	1

Задание 2. Минерал пирит (железный или серный колчедан) применяется в химической промышленности как сырьё для производства

серной кислоты. Напишите формулу основного компонента, входящего в состав пирита и дайте ему название. Определите степени окисления элементов и вычислите массовые доли каждого из элементов в этом соединении. Составьте уравнение реакции, отражающей первую стадию производства серной кислоты «обжиг пирита». Какие вещества и смеси вы могли бы предложить для использования в качестве сырья в производстве серной кислоты кроме пирита? Напишите их формулы и названия.

(10 баллов)

№	Этап решения	Кол-во баллов
	Формула основного компонента, входящего в состав пирита FeS_2 – персульфид железа (II), степени окисления железа +2, серы -1.	1+1+1=3
	$\omega(\text{Fe}) = \frac{56}{120} = 0,47 \text{ или } 47\%;$ $\omega(\text{S}) = \frac{64}{120} = 0,53 \text{ или } 53\%.$	1x2=2
	Уравнение реакции «обжига пирита»: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2.$	2
	Кроме пирита серную кислоту можно получить из самородной серы: формула основного компонента - S; из других минералов, содержащих серу, например: халькопирит CuFeS_2 , цинковая обманка ZnS и др. Серную кислоту можно также получить из вторичного сырья, например, газов крекинга нефти SO_2 или отходов других производств, например: H_2S .	0,5x6=3

Написание формулы FeS_2 – 1 балл

Название вещества – 1 балл

Определение степеней окисления железа и серы – 1 балл (по 0,5 баллов)

Вычисление массовых долей железа и серы – 2 балла (по 1 баллу)

Уравнение реакции обжига пирита – 2 балла

За каждое предложенное вещество (составлена формула и дано название вещества или минерала) – по 0,5 баллов

Всего: 10 баллов

Задание 3. К 79,1мл 10% раствора нитрата алюминия (плотностью 1,081 г/мл) прилили 175,67 мл 3,3% раствора едкого натра (плотностью 1,035 г/мл). Определите массовые доли веществ в полученном растворе.

(10 баллов)

№	Этап решения	Кол-во баллов
1	Определяем массы взятых растворов: $m_1(\text{p-ра}) = 79,1 \text{ мл} \cdot 1,081 \text{ г/мл} = 85,5 \text{ г}$. $m_2(\text{p-ра}) = 175,67 \text{ мл} \cdot 1,035 \text{ г/мл} = 181,82 \text{ г}$.	1
2	Находим массы и количества веществ: $m(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 85,5 \text{ г} \cdot 0,1 = 8,55 \text{ г}$; $\nu(\text{Al}(\text{NO}_3)_3) = 8,55 \text{ г} / 213 \text{ г/моль} = 0,04 \text{ моль}$. $m(\text{NaOH}) = 181,82 \text{ г} \cdot 0,033 = 6 \text{ г}$; $\nu(\text{NaOH}) = 6 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}$.	1
3	Составляем уравнение реакции: $\begin{array}{ccccccc} & 0,04 \text{ моль} & 0,12 \text{ моль} & 0,04 \text{ моль} & 0,12 \text{ моль} & & \\ & \text{Al}(\text{NO}_3)_3 & + 3\text{NaOH} = & \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + & 3\text{NaNO}_3 & & \\ & 1 \text{ моль} & & 3 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 3 \text{ моль} \\ & 213 \text{ г/моль} & & 40 \text{ г/моль} & & 78 \text{ г/моль} & & 85 \text{ г/моль} \end{array}$	1
4	Из уравнения реакции следует, что для полного осаждения алюминия в виде гидроксида требуется 0,12 моль NaOH, а было 0,15 моль (по условию задачи). Следовательно, гидроксид натрия взят в избытке: $\nu(\text{NaOH}) = 0,15 \text{ моль} - 0,12 \text{ моль} = 0,03 \text{ моль}$.	1
5	Составляем уравнение реакции растворения осадка в избытке щёлочи: $\begin{array}{ccc} 0,03 \text{ моль} & 0,03 \text{ моль} & 0,03 \text{ моль} \\ \text{Al}(\text{OH})_3 + & \text{NaOH} = & \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] \\ 1 \text{ моль} & 1 \text{ моль} & 1 \text{ моль} \\ & & 118 \text{ г/моль} \end{array}$ Осталось $\text{Al}(\text{OH})_3$ $0,04 \text{ моль} - 0,03 \text{ моль} = 0,01 \text{ моль}$. $m(\text{Al}(\text{OH})_3) = 78 \text{ г/моль} \cdot 0,01 \text{ моль} = 0,78 \text{ г}$.	1
6	В результате двух реакций в растворе будет только алюминат натрия, который может быть записан в виде: $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$, $\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4(\text{H}_2\text{O})_2]$ или $\text{Na}_3[\text{Al}(\text{OH})_6]$, но никак не в виде NaAlO_2 , который образуется только при сплавлении реактивов. В данном решении взята наиболее употребимая формула комплексной соли.	1
7	При определении массы конечного раствора необходимо учесть оставшийся осадок гидроксида алюминия: $m(\text{раствора}) = 85,5 \text{ г} + 181,82 \text{ г} - 0,78 \text{ г} = 266,54 \text{ г}$. $m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 0,03 \text{ моль} \cdot 118 \text{ г/моль} = 3,54 \text{ г}$ $m(\text{NaNO}_3) = 0,12 \text{ моль} \cdot 85 \text{ г/моль} = 10,2 \text{ г}$.	1+1=2
8	$\omega(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = m(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) / m(\text{раствора}) = 3,54 \text{ г} / 266,54 \text{ г} = 0,013$ или 1,3% $\omega(\text{NaNO}_3) = m(\text{NaNO}_3) / m(\text{раствора}) = 10,2 \text{ г} / 266,54 \text{ г} = 0,038$ или 3,8% Ответ: $\omega(\text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]) = 1,3\%$, $\omega(\text{NaNO}_3) = 3,8\%$	2

Задание 4. Юный химик получил задание определить массовую долю сульфата натрия в растворе, который образовался при растворении некоторой массы карбоната натрия в рассчитанном количестве 9,8%-ной серной

кислоты так, что в растворе оказалось одно вещество – сульфат натрия. Подтвердите действия юного химика соответствующим расчётом.

(10 баллов)

№	Этап решения	Кол-во баллов
1	Пусть $m(\text{р-ра}) = 100 \text{ г}$, тогда $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 100 \text{ г} \cdot 0,098 = 9,8 \text{ г}$ $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ г/моль}$ $\nu(\text{H}_2\text{SO}_4) = 9,8 \text{ г} / 98 \text{ г/моль} = 0,1 \text{ моль}$	2
2	$ \begin{array}{ccccccc} 0,1 \text{ моль} & 0,1 \text{ моль} & 0,1 \text{ моль} & & 0,1 \text{ моль} & & \\ \text{Na}_2\text{CO}_3 & + & \text{H}_2\text{SO}_4 & = & \text{Na}_2\text{SO}_4 & + & \text{H}_2\text{O} & + & \text{CO}_2 \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & & & 1 \text{ моль} \\ 106 \text{ г/моль} & & 98 \text{ г/моль} & & 142 \text{ г/моль} & & & & 44 \text{ г/моль} \end{array} $	2
3	$m(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,1 \text{ моль} \cdot 106 \text{ г/моль} = 10,6 \text{ г}$ $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ моль} \cdot 142 \text{ г/моль} = 14,2 \text{ г}$ $m(\text{CO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 44 \text{ г/моль} = 4,4 \text{ г}$	1x3=3
4	$m(\text{р-ра до опыта}) = 100 \text{ г} + 10,6 \text{ г} = 110,6 \text{ г}$	1
5	$m(\text{полученного раствора}) = 110,6 \text{ г} - 4,4 \text{ г} = 106,2 \text{ г}$	1
6	$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 14,2 \text{ г} / 106,2 \text{ г} = 0,134 \text{ или } 13,4\%$	1

Задание 5. Мысленный эксперимент.

Вам выданы склянки с растворами серной и соляной кислот, едкого натра и баритовой воды. Как получить максимально возможное число солей

с помощью реакции нейтрализации? Составьте необходимые уравнения, назовите полученные соли. (14 баллов)

№	Этап решения	Кол-во баллов
	Сливая попарно растворы кислот и щелочей, используя их эквимолярные количества, получаем средние соли, либо, добавляя по каплям раствор к другому, создавая избыток одного из веществ в случае двухосновной серной кислоты и двухкислотного основания гидроксида бария, получаем, соответственно, кислые и основные соли. Возможно также получение двойных и смешанных	Составление формул выданных веществ (по 0,5 балла за каждое) – 2 балла.
	<p>Уравнения возможных реакций: $H_2SO_4 + 2NaOH = Na_2SO_4 + 2H_2O$ 1 моль 2 моль 1 моль средняя соль, сульфат натрия</p> <p>$H_2SO_4 + NaOH = NaHSO_4 + H_2O$ 1 моль 1 моль 1 моль избыток кислая соль, гидросульфат натрия</p> <p>$HCl + NaOH = NaCl + H_2O$ 1 моль 1 моль 1 моль средняя соль, хлорид натрия</p> <p>$H_2SO_4 + Ba(OH)_2 = BaSO_4 + 2H_2O$ 1 моль 1 моль 1 моль средняя соль, сульфат бария</p> <p>$2H_2SO_4 + Ba(OH)_2 = Ba(HSO_4)_2 + 2H_2O$ 2 моль 1 моль 1 моль избыток кислая соль, гидросульфат бария</p> <p>$H_2SO_4 + 2Ba(OH)_2 = (BaOH)_2SO_4 + 2H_2O$ 1 моль 2 моль 1 моль (Избыток) основная соль, гидрокосульфат бария</p> <p>$2HCl + Ba(OH)_2 = BaCl_2 + 2H_2O$ 2 моль 1 моль 1 моль средняя соль, хлорид бария</p> <p>$HCl + Ba(OH)_2 = BaOHCl + H_2O$ 1 моль 1 моль 1 моль избыток основная соль, гидроксохлорид бария</p>	Составление уравнений возможных реакций (по 1 баллу за каждое) – 8 баллов. Название полученных солей (по 0,5 балла за каждое) – 4 балла.
	Примечание: если будут составлены уравнения реакций образования двойных и смешанных солей и приведены их названия, то сумма баллов может быть увеличена соответственно (по 1 баллу за каждое уравнение реакции и по 0,5 балла за каждое название соли).	

