

**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;"> <math>\nu=1 моль \quad \nu=1 моль</math>  <math>0,02 моль \quad 0,02 моль</math> </p> $MgCO_3 \cdot xH_2O = MgO + CO_2 + xH_2O$ <p style="text-align: center;"> <math>\nu=1 моль \quad \nu=x моль</math>  <math>0,02 моль \quad 0,1 моль</math> </p>	1
4	<p>По уравнению реакции 1 моль <math>CO_2</math> эквивалентно x моль воды, а по условию задачи 0,02 моль <math>CO_2</math> эквивалентно 0,1 моль воды, т.е. в 5 раз больше.</p>	1
5	<p>Следовательно, формула кристаллогидрата <math>MgCO_3 \cdot 5H_2O</math>.</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 $\text{FeS}_2$ – персульфид железа (II), степени окисления железа +2, серы -1.	<b>1+1+1=3</b>
	$\omega(\text{Fe}) = \frac{56}{120} = 0,47 \text{ или } 47\%;$ $\omega(\text{S}) = \frac{64}{120} = 0,53 \text{ или } 53\%.$	<b>1x2=2</b>
	Уравнение реакции «обжига пирита»: $4\text{FeS}_2 + 11\text{O}_2 = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 8\text{SO}_2.$	<b>2</b>
	Кроме пирита серную кислоту можно получить из самородной серы: формула основного компонента - S; из других минералов, содержащих серу, например: халькопирит $\text{CuFeS}_2$ , цинковая обманка $\text{ZnS}$ и др. Серную кислоту можно также получить из вторичного сырья, например, газов крекинга нефти $\text{SO}_2$ или отходов других производств, например: $\text{H}_2\text{S}$ .	<b>0,5x6=3</b>

Написание формулы  $\text{FeS}_2$  – 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 $\text{NaAlO}_2$ , 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



