

**Ответы к заданиям муниципального этапа всероссийской олимпиады
школьников по химии, 9 класс
2019/20 учебный год**

Задание 1. В 1658 г. немецкий химик Глаубер нагревал поваренную соль с концентрированной серной кислотой и выделявшийся «дым» поглощал водой. Полученную кислоту он назвал «соляным спиртом». Способ этот широко применяется до сих пор в лабораториях. В 1772 г. английский химик Дж. Пристли установил, что при действии серной кислоты на поваренную соль выделяется бесцветный газ, который может быть собран над ртутью, и что этот газ обладает чрезвычайно большой способностью растворяться в воде. Водный раствор этого газа получил название «муриевой кислоты» (*acidum muriaticum*). В 1774 г. шведский химик Шееле, исследуя действие муриевой кислоты на «чёрную магнезию» (так называли оксид марганца (IV), который входит в состав минерала пиролюзита), нашёл, что при нагревании выделяется газ желто-зелёного цвета, обладающий очень резким запахом, способностью разрушать растительные краски и действующий на все металлы, не исключая золота.

О каких процессах идёт речь в тексте? Составьте уравнения реакций. Как сейчас называется муриевая кислота? Что представляет собой газ жёлто-зелёного цвета? Составьте уравнения реакций, отражающих его химические свойства. (10 баллов)

Решение

№	Этапы решения	Баллы
1	В тексте речь идёт о получении газа хлороводорода и соляной кислоты: $\text{NaCl(тв.)} + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{конц.}) \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{NaHSO}_4 + \text{HCl}\uparrow$	1
2	Далее речь идёт о получении хлора из соляной кислоты: $\text{MnO}_2 + 4\text{HCl} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{MnCl}_2 + \text{Cl}_2\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$	1
3	3. Современное название муриевой кислоты – хлороводородная или соляная кислота.	1
4	Жёлто-зелёный газ – хлор.	1
5	Уравнения реакций, отражающих химические свойства хлора: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 = 2\text{HCl}\uparrow$ $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 \xrightarrow{t^\circ\text{C}} 2\text{FeCl}_3$ $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HCl} + \text{HClO}$ $\text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{NaClO} + \text{H}_2\text{O}$ или $\text{Cl}_2 + \text{Ca(OH)}_2 = \text{CaCl(ClO)} + \text{H}_2\text{O}$ $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} \xrightarrow{t^\circ\text{C}} \text{KClO}_3 + 5\text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$ $\text{Cl}_2 + 2\text{NaBr} = \text{Br}_2 + 2\text{NaCl}$	1х6=6
Итого: 10 баллов		

Задание 2. Железную пластинку погрузили вначале в разбавленную серную кислоту, а затем в раствор сульфата меди (II). При этом было собрано 1,12 л (н.у.) газа, а масса пластинки увеличилась на 2,4 г. Вычислите массу прореагировавшего железа. (10 баллов)

Задание 2.

№	Этапы решения	Баллы
1	$\begin{array}{ccc} 0,05 \text{ моль} & & 0,05 \text{ моль} \\ \text{Fe} + \text{H}_2\text{SO}_4 = & \text{FeSO}_4 + & \text{H}_2 \\ \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \\ 56 \text{ г/моль} & & \end{array}$	2
2	$\begin{array}{ccc} x \text{ моль} & & x \text{ моль} \\ \text{Fe} + \text{CuSO}_4 = & \text{FeSO}_4 + & \text{Cu} \\ \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \\ 56 \text{ г/моль} & & 64 \text{ г/моль} \end{array}$	2
3	<p>В серной кислоте растворилось: $m(\text{Fe}) = 0,05 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 2,8 \text{ г}$.</p> <p>Увеличение массы пластинки на 2,4 г равно алгебраической сумме масс выделившейся меди и растворившегося железа. Составляем и решаем алгебраическое уравнение: $64x - 2,8 - 56x = 2,4$;</p> <p style="text-align: center;">$8x = 5,2; x = 0,65$.</p>	3
4	<p>В растворе сульфата меди (II) прореагировало: $m(\text{Fe}) = 0,65 \text{ моль} \cdot 56 \text{ г/моль} = 36,4 \text{ г}$.</p>	2
5	<p>Всего прореагировало: $m(\text{Fe}) = 2,8 \text{ г} + 36,4 \text{ г} = 39,2 \text{ г}$.</p>	1
Итого: 10 баллов		

Задание 3. Какой объём (н.у.) озонированного кислорода с объёмной долей озона 24% потребуется для сжигания 11,2 л (н.у.) водорода?(10 баллов)

№	Этапы решения	Баллы
1	Пусть объём смеси (озонированного кислорода) = x л, тогда $V(\text{O}_3) = 0,24 x$ л, а $V(\text{O}_2) = 0,76 x$ л.	4
2	Составляем уравнения реакций сгорания водорода в озоне и кислороде: $\begin{array}{ccc} 0,72 x & 0,24 x & \\ 3\text{H}_2 + \text{O}_3 = 3\text{H}_2\text{O} & & \\ 3 \text{ моль} & 1 \text{ моль} & \\ 1,52 x & 0,76 x & \\ 2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} & & \\ 2 \text{ моль} & 1 \text{ моль} & \end{array}$	4
3	Всего водорода сгорело: $0,72 x + 1,52 x = 11,2$. $2,24 x = 11,2$; $x = 5$.	2
Итого: 10 баллов		

Задание 4. Через 60 г 10% раствора гидроксида натрия пропустили 2,24 л (н.у.) сернистого газа. Найдите массовые доли веществ в полученном растворе. (10 баллов)

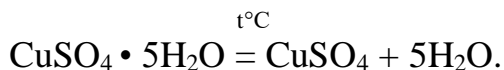
№	Этапы решения	Баллы
1	Найдём массу и количество вещества гидроксида натрия: $m(\text{NaOH}) = 60 \text{ г} \cdot 0,1 = 6 \text{ г};$ $\nu(\text{NaOH}) = 6 \text{ г} / 40 \text{ г/моль} = 0,15 \text{ моль}.$	1
2	Найдём количество вещества сернистого газа: $\nu(\text{SO}_2) = 2,24 \text{ л} / 22,4 \text{ л/моль} = 0,1 \text{ моль};$ $m(\text{SO}_2) = 0,1 \text{ моль} \cdot 64 \text{ г/моль} = 6,4 \text{ г};$ $m(\text{H}_2\text{O}) = 60 \text{ г} - 6 \text{ г} = 54 \text{ г}.$	1
3	Составляем уравнение реакции: $\begin{array}{ccccc} 0,15 \text{ моль} & & 0,1 \text{ моль} & & 0,1 \text{ моль} \\ \text{NaOH} & + & \text{SO}_2 & = & \text{NaHSO}_3 \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \end{array}$ <p>Из уравнения реакции видно, что NaOH взят в избытке, количеством вещества 0,05 моль</p>	2
4	Составляем уравнение реакции: $\begin{array}{ccccc} 0,05 \text{ моль} & & 0,1 \text{ моль} & & 0,1 \text{ моль} \\ \text{NaOH} & + & \text{NaHSO}_3 & = & \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \\ 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} & & 1 \text{ моль} \end{array}$	2
5	Из уравнения реакции видно, что NaHSO ₃ взят в избытке, количеством вещества 0,05 моль; $m(\text{H}_2\text{O}) = 0,05 \text{ моль} \cdot 18 \text{ г/моль} = 0,9 \text{ г}.$	1
6	Таким образом, в полученном растворе находятся две соли – средняя и кислая – находим их массы: $m(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 126 \text{ г/моль} = 6,3 \text{ г};$ $m(\text{NaHSO}_3) = 0,05 \text{ моль} \cdot 104 \text{ г/моль} = 5,2 \text{ г}.$	1
7	Находим массу раствора: $m(\text{р-ра}) = 60 \text{ г} + 6,4 \text{ г} = 66,4 \text{ г}.$	1
8	Находим массовые доли солей в растворе: $\omega(\text{Na}_2\text{SO}_3) = 6,3 \text{ г} / 66,4 \text{ г} = 0,095$ или 9,5%; $\omega(\text{NaHSO}_3) = 5,2 \text{ г} / 66,4 \text{ г} = 0,078$ или 7,8%; $\omega(\text{H}_2\text{O}) = 54,9 \text{ г} / 66,4 \text{ г} = 0,827$ или 82,7%.	1
Итого: 10 баллов		

Задание 5. Мысленный эксперимент.

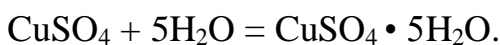
Юный химик по заданию учителя исследовал свойства безводного сульфата меди (II), который используют для удаления воды из спирта (такой процесс называют абсолютированием). На столе находился медный купорос синего цвета и красная медь, из которых юному химику надо было получить безводный сульфат меди (II). Свои наблюдения юный химик записывал в лабораторном журнале: 1) при нагревании медного купороса в фарфоровой чашке, он обесцвечивался, а при попадании в воду синяя окраска восстанавливалась; 2) при прокаливании медной проволоки в пламени спиртовки, она почернела, а когда её внесли в раствор серной кислоты и подогрели – раствор приобрёл голубую окраску. После выпаривания полученного раствора образовалось вещество белого цвета; 3) при пропускании сероводорода через раствор голубого цвета выпал чёрный осадок; 4) в пробирку осторожно прилил концентрированной серной кислоты, опустил туда медную проволоку и осторожно подогрел. Образовался раствор голубого цвета, ещё выделялся газ, который пропускали в воду, подкрашенную фиолетовым лакмусом – лакмус розовел. Дайте объяснения явлениям, описанным в лабораторном журнале. Составьте уравнения реакций. На каком свойстве сульфата меди (II) основано абсолютирование? (10 баллов)

Решение

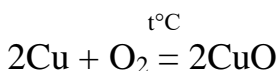
1. Медный купорос – кристаллогидрат – пентагидрат сульфата меди (II) – имеет синюю окраску; при нагревании разлагается:



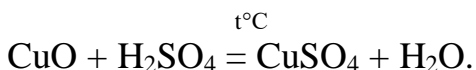
При добавлении воды к безводному сульфату меди (II) он гидратируется:



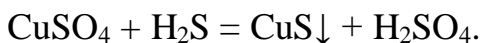
2. Красная медь окисляется в чёрный оксид меди (II):



Основной оксид взаимодействует с кислотой:



3. При пропускании сероводорода через раствор сульфата меди (II) выпадает чёрный осадок сульфида меди (II):



4. Медь реагирует с концентрированной серной кислотой при нагревании, выделяется оксид серы (IV), который, растворяясь в воде, образует сернистую кислоту, окрашивающую лакмус в розовый цвет:



5. Абсолютирование основано на свойстве безводного сульфата меди (II) гидратироваться.

Разбалловка

1. Составлены формулы кристаллогидрата медного купороса и безводного сульфата меди (II) и указан их цвет – (по 1 баллу за каждую формулу) – 2 балла;

2. Составлены семь уравнений реакций – (за каждое уравнение реакции по 1 баллу) – 7 баллов;

3. Объяснено явление абсолютирования спирта безводным сульфатом меди (II) – 1 балл.

Всего: 10 баллов.