

Всероссийская олимпиада школьников по химии 2021-22 учебный год

Муниципальный этап

Экспериментальный тур

Решения и критерии оценивания

9 класс

№	Предварительные испытания и наблюдения:			Вывод
1	Смесь <i>белого</i> цвета, состоит из кристаллов разного вида (Соли марганца могут иметь розовый оттенок)			В состав смеси не входят: Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , так как их соли и растворы имеют окраску. В смеси могут содержаться: NH_4^+ , Pb^{2+} , Ca^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Mn^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3^{2-} , S^{2-} , SO_3^{2-} .
2	Смесь растворяется в воде частично, образуется нерастворимый <i>белый осадок</i> , раствор над осадком прозрачный, бесцветный.			
3	Раствор и осадок следует анализировать отдельно. Для этого осадок отделяют от раствора фильтрованием, промывают на фильтре водой и собирают шпателем (осадок 1). В пробирку собирают фильтрат – раствор 1.			
Идентификация солей				
Определение состава осадка				
	Катион или анион	Реагент	Эффект реакции	Вывод
4	Осадок 1 (CaCO_3)	HCl	Выделение газа без запаха, влажная универсальная или лакмусовая индикаторная бумага, поднесенная к отверстию пробирка (не касаться стенок!) показывает нейтральную среду. Осадок легко и полностью растворяется в соляной кислоте.	Выделяющийся газ – CO_2 , а анион соответственно CO_3^{2-} . Анионы S^{2-} , SO_3^{2-} в составе осадка отсутствуют, так как выделяющиеся при реакции с кислотой H_2S и SO_2 при взаимодействии с индикаторной бумагой должны показывать кислую реакцию среды. Полное растворение осадка в HCl показывает отсутствие катиона Pb^{2+} ($\downarrow \text{PbCl}_2$)
5	Раствор, образовавшийся в п. 4	NaOH	Образование белого осадка (не аморфного), нерастворимого в	Характерно для катиона Ca^{2+} , следовательно – <i>определен</i>

			избытке щелочи	<i>карбонат кальция CaCO₃.</i>
Определение состава растворимых солей				
6	Раствор 1: SO ₄ ²⁻ , Cl ⁻ , CO ₃ ²⁻ , S ²⁻ , SO ₃ ²⁻ .	HCl	Нет выделения газа	Растворимые соли не содержат анионов CO ₃ ²⁻ , S ²⁻ , SO ₃ ²⁻ . Могут содержать SO ₄ ²⁻ и/или Cl ⁻ ,
7	Раствор 1: Cl ⁻	AgNO ₃	Легкое помутнение раствора	Хлорид-ион отсутствует. Легкое помутнение раствора характерно для образования ↓Ag ₂ SO ₄
8	Раствор 1: SO ₄ ²⁻	BaCl ₂	Обильный белый осадок нерастворимый в HCl и NaOH	Обнаружен сульфат-ион. Обе растворимые соли являются сульфатами. Ca ²⁺ в составе растворимых солей отсутствует, так как сульфат кальция мало растворим в воде.
9	Раствор 1 NH ₄ ⁺	NaOH	При нагревании на водяной бане выделение NH ₃ , изменение цвета влажной индикаторной бумаги (щелочная среда).	Обнаружен катион аммония NH ₄ ⁺ Следовательно, второй солью является сульфат аммония (NH ₄) ₂ SO ₄
10	Раствор 1 Al ³⁺ , Zn ²⁺ , Mn ²⁺ ,	NaOH	При выполнении п. 9 кроме выделения аммиака происходит образование белого аморфного осадка, который не растворяется в избытке щелочи, но заметно буреет при нагревании.	Образующийся гидроксид не проявляет свойство амфотерности, следовательно, катионы Al ³⁺ и Zn ²⁺ в растворе отсутствуют. Изменение цвета гидроксида при слабом нагревании признак окислительно-восстановительной реакции, характерно только для Mn ²⁺ . Следовательно, третья соль сульфат марганца MnSO ₄
Уравнения реакций:				

1. $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \uparrow\text{CO}_2$ – выделение газа
2. $\text{CaCl}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaCl} + \text{Ca(OH)}_2\downarrow$ - белый осадок (при нагревании образование осадка усиливается)
3. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 = 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow$ - раствор мутнеет
или
 $\text{MnSO}_4 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Mn(NO}_3)_2 + \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow$ - раствор мутнеет
4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 = 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaSO}_4\downarrow$ - обильный белый осадок
или
 $\text{MnSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{MnCl}_2 + \text{BaSO}_4\downarrow$ - белый осадок
5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{NH}_3\uparrow$ - при нагревании выделяется аммиак, и меняется цвет влажной индикаторной бумаги.
6. $\text{MnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Mn(OH)}_2\downarrow$ - белый осадок, быстро буреет на воздухе вследствие окисления кислородом воздуха
7. $2\text{Mn(OH)}_2\downarrow + \text{O}_2 = 2\text{MnO(OH)}_2\downarrow$ - бурый осадок.

Вывод: контрольная задача является смесью карбоната кальция CaCO_3 , сульфата аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, и сульфата марганца MnSO_4 .

	<i>Система оценивания:</i>	Баллы
1	Идентификация трех катионов и двух анионов по 3 балла за каждый	15
2	Идентификация каждой соли (правильное составление формул) по 1 баллу	3
3	Доказано отсутствие в смеси Pb^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , S^{2-} , SO_3^{2-} - 10 ионов по 0,25 балла	2,5
4	Доказано отсутствие аниона Cl^-	0,5
5	Протокол решения задачи (в любой разумной форме)	2
6	Уравнения 1-7 по 1 баллу	7
	ИТОГО:	30 баллов