Всероссийская олимпиада школьников по химии
Муниципальный этап
2022 – 2023 уч. г.
Экспериментальный этап, 9 класс
Решение и критерии оценивания

<table>
<tr><td>1</td><td colspan="4">Предварительные наблюдения и испытания:
Все выданные вещества (контрольная задача) состоят из кристаллов белого цвета, хорошо растворимы в воде с образованием бесцветных растворов.
Вывод: в состав контрольной задачи не входят: Cr^{3+}, Fe^{3+}, Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, так как их соли и растворы имеют окраску.
Вывод: контрольная задача может содержать катионы: NH_4^+, Pb^{2+}, Ca^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{2+} и анионы: SO_4^{2-}, Cl^-, CO_3^{2-}, S^{2-}.</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="4">Идентификацию целесообразно начинать с обнаружения карбонат-иона, так как единственным растворимым карбонатом в контрольной задаче является карбонат аммония.
Определение можно проводить на предметном стекле с минимальным количеством солей или с растворами солей.
В три пробирки с растворами добавляют равный объем HCl.
Выделение газа наблюдается только в одной пробе.</td></tr>
<tr><td>№</td><td>Реагент</td><td>Образец 1
$(NH_4)_2CO_3$</td><td>Образец 2
Смесь
$CaCl_2$ и NH_4Cl</td><td>Образец 3
$ZnSO_4$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">3</td><td rowspan="3">HCl</td><td>Выделение газа CO_2
Вывод: обнаружен CO_3^{2-}</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td colspan="3">Нет выделения H_2S – отсутствие запаха, нет аниона S^{2-}</td></tr>
<tr><td colspan="3">Нет образования белого осадка, отсутствует Pb^{2+} ($\downarrow PbCl_2$)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">NaOH, нагревание на водяной бане</td><td>Выделение NH_3 – влажная индикаторная бумага показывает щелочную среду
Вывод: обнаружен NH_4^+</td><td>Выделение NH_3 – влажная индикаторная бумага показывает щелочную среду
Вывод: обнаружен NH_4^+</td><td>Нет выделения NH_3</td></tr>
<tr><td>Нет образования осадка – не образуются нерастворимые гидроксиды, доказано отсутствие других катионов из перечня в условии</td><td>Обильный белый осадок нерастворимый в избытке щелочи.
Одновременное образование осадка и выделение аммиака является признаком того, что образец является смесью двух солей, в состав которых входят два разных катиона.</td><td>Аморфный белый осадок, растворимый в избытке щелочи
Вывод: индивидуальная соль, гидроксид амфотерен</td></tr>
</table>

			Осадок не буреет – нет Fe^{2+}	
		Вывод: соль $(NH_4)_2CO_3$ – индивидуальное вещество (не смесь)	Вывод: обнаружен Ca^{2+}	Вывод: обнаружен Zn^{2+}; Гидроксид цинка амфотерен
5	**$(NH_4)_2CO_3$** (для проверки)		Белый осадок, растворимый в HCl	Белый осадок, растворимый в кислотах
6	**$BaCl_2$**	Белый осадок $BaCO_3$ растворимый в соляной кислоте	Нет белого осадка Вывод: доказано отсутствует SO_4^{2-}	Белый осадок $BaSO_4$ нерастворимый в разбавленных минеральных кислотах и щелочах Вывод: обнаружен SO_4^{2-}
	$AgNO_3$	Белый осадок Ag_2CO_3	Белый творожистый осадок AgCl Вывод: обнаружен Cl^- Вывод: проба является смесью хлоридов кальция и аммония $CaCl_2$ и NH_4Cl	Помутнение раствора образование Ag_2SO_4 Вывод: соль сульфат цинка $ZnSO_4$
	Вывод	**$(NH_4)_2CO_3$**	***смесь* $CaCl_2$ и NH_4Cl**	**$ZnSO_4$**

Уравнения реакций

1. $(NH_4)_2CO_3 + 2HCl = 2NH_4Cl + H_2O + \uparrow CO_2$ – выделение газа (без запаха)
2. $(NH_4)_2CO_3 + 2NaOH = 2H_2O + Na_2CO_3 + 2NH_3\uparrow$ при нагревании выделяется аммиак, и меняется цвет влажной индикаторной бумаги
3. $(NH_4)_2CO_3 + 2AgNO_3 = 2NH_4NO_3 + Ag_2CO_3\downarrow$ -белый осадок
4. $NH_4Cl + NaOH = H_2O + NaCl + NH_3\uparrow$ - при нагревании выделяется аммиак, и меняется цвет влажной индикаторной бумаги.
5. $CaCl_2 + 2NaOH = 2NaCl + Ca(OH)_2\downarrow$ - белый осадок (при нагревании образование осадка усиливается)
6. $CaCl_2 + 2AgNO_3 = Ca(NO_3)_2 + 2AgCl\downarrow$ - белый творожистый осадок
7. $NH_4Cl + AgNO_3 = NH_4NO_3 + AgCl\downarrow$ - белый творожистый осадок
8. $ZnSO_4 + 2NaOH = 2Na_2SO_4 + Zn(OH)_2\downarrow$ - белый аморфный осадок
9. $Zn(OH)_2\downarrow + 2NaOH = Na_2[Zn(OH)_4]$ – растворение осадка в избытке щелочи
10. $ZnSO_4 + BaCl_2 = ZnCl_2 + BaSO_4\downarrow$ - белый осадок нерастворимый в разбавленных минеральных кислотах и щелочах
11. $ZnSO_4 + 2AgNO_3 = Zn(NO_3)_2 + Ag_2SO_4\downarrow$ - раствор мутнеет
12. $ZnSO_4 + (NH_4)_2CO_3 = *ZnCO_3 + (NH_4)_2SO_4$ – белый осадок, (* в реальности выпадает основный карбонат цинка, который растворяется в избытке карбоната аммония с образованием аммиачного комплекса)

В кулинарии используется карбонат аммония $(NH_4)_2CO_3$ в качестве разрыхлителя теста, при нагревании разлагается: $(NH_4)_2CO_3 = 2NH_3\uparrow + CO_2\uparrow + H_2O\uparrow$

	Система оценивания:	Баллы

1	Идентификация трех катионов и трех анионов по 2 балла за каждый	12
2	Идентификация индивидуальных солей (правильное составление формул, указаны номера склянок) по 1 баллу	2
	Определение состава смеси (правильное составление формул, указан номер склянки)	2
3	Доказано отсутствие в смеси - Pb^{2+}, Cr^{3+}, Fe^{3+}, Fe^{2+}, Cu^{2+}, Co^{2+}, Ni^{2+}, S^{2-} - 8 ионов по 0,5 балла	4
4	Указано применение карбоната аммония, приведена реакция разложения по 1 баллу	2
5	Протокол решения задачи (в любой разумной форме)	2
6	6 уравнений реакций, по 1 баллу каждое (за верные уравнения с неверными коэффициентами ставить 0,5 баллов)	6
	ИТОГО:	30 баллов