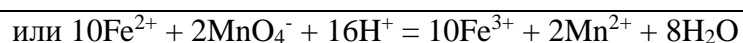


**Муниципальный тур олимпиады школьников Московской области по химии**  
**2023 – 24 уч. год.**  
**9 класс**

**Решение**

№	Реагент	Эффект реакции	Вывод
<b>Предварительные испытания:</b> соль следует разделить ~ на 2 части, из одной части приготовить ~ 4-5 мл раствора			
1	H <sub>2</sub> O	Соль – бледные (почти белые) голубовато-зеленоватые кристаллы или порошок, хорошо растворяется в воде, раствор бесцветный	Отсутствуют катионы: Cu <sup>2+</sup> , Co <sup>2+</sup> , Ni <sup>2+</sup> , Cr <sup>3+</sup> , Fe <sup>3+</sup>
2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	При добавлении кислоты к тв. соли или к раствору нет выделения газа, нет запаха	Отсутствуют анионы: SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sup>2-</sup> , CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>
		При добавлении серной кислоты к раствору соли осадок не образуется	Отсутствуют анионы: SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> и S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>2-</sup> Отсутствуют катионы: Ag <sup>+</sup> , Pb <sup>2+</sup> , Ba <sup>2+</sup>
<b>Обнаружение катионов</b>			
3	NaOH	При добавлении раствора щелочи к раствору соли выпадает белый (кремовый) осадок, быстро меняющий окраску на воздухе (буреет), в избытке щелочей при нагревании изменение окраски осадка усиливается, но <i>растворения осадка не происходит</i>	Изменение цвета осадка – признак ОВР: следует проверить наличие катионов Fe <sup>2+</sup> и Mn <sup>2+</sup>
			Образовавшийся осадок не проявляет свойство амфотерности Отсутствуют катионы: Al <sup>3+</sup> , Zn <sup>2+</sup> и Cr <sup>3+</sup>
4	NaOH (пробирочная реакция), нагревание на водяной бане.	К раствору соли добавляют равный объем щелочи, раствор нагревают на водяной бане, поднесённая к отверстию пробирки влажная индикаторная бумага показывает щелочную реакцию среды. (Образующийся осадок постепенно буреет, но не растворяется).	Вывод: в состав соли входит катион <b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b> .
5	K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	Образование ярко синего окрашивания раствора	Доказано присутствие катиона <b>Fe<sup>2+</sup></b> и отсутствие катиона Mn <sup>2+</sup>
6	KMnO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Раствор контрольной задачи вызывает быстрое обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия, без образования осадка, следовательно, обнаруживаемый катион проявляет свойства очень сильного восстановителя, что характерно для катиона <b>Fe<sup>2+</sup></b> . (Обесцвечивание раствора могут вызывать также анионы-восстановители SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , S <sup>2-</sup> и	Подтверждено присутствие катиона <b>Fe<sup>2+</sup></b>

		$S_2O_3^{2-}$ , но их отсутствие доказывается по отсутствию реакции с серной кислотой)	
<b>Обнаружение аниона</b>			
6	$BaCl_2$	Выпадает белый осадок нерастворимый в разбавленных минеральных кислотах и щелочах.	Вывод: в состав соли входит анион $SO_4^{2-}$ .
7	$AgNO_3$	При добавлении 1 капли $AgNO_3$ осадок не выпадает; При добавлении 5 капель $AgNO_3$ раствор мутнеет или выпадает белый осадок (не творожистый).	Вывод: отсутствуют $Br^-$ , $I^-$ , так как осадки $AgBr$ и $AgI$ окрашены. Образование осадка происходит при добавлении избытка $AgNO_3$ , это характерно для $Ag_2SO_4$ , который растворим в воде в большей степени, чем $AgCl$ . Вывод: отсутствует $Cl^-$ .
<b>Вывод 1.</b> В состав соли входят катионы $Fe^{2+}$ и $NH_4^+$ и анион $SO_4^{2-}$ .			
<b>Вычисления</b>			
1.	<b>Формула безводной соли</b> $\omega(SO_4^{2-}) = 100\% - (19,72\% + 12,68\%) = 67,60\%$ $n(Fe^{2+}) : n(NH_4^+) : n(SO_4^{2-}) = 19,72/56 : 12,68/18 : 67,60/96 = 1 : 2 : 2$ , где 56, 18 и 96 соответственно молярные массы $Fe^{2+}$ , $NH_4^+$ и $SO_4^{2-}$ , г/моль <b>Формула безводной соли</b> $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2$ или $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4$		
2.	Массовая доля воды в кристаллогидрате 27,55 %; формула соли: $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot nH_2O$ Вычисление значения n: $M((NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4) = 284$ г/моль; $M(H_2O) = 18$ г/моль $m((NH_4)_2Fe(SO_4)_2)$ составляет $100\% - 27,6\% = 72,4\%$ массы кристаллогидрата, $M((NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot nH_2O) = 284 : 0,724 = 392$ г/моль; $n(H_2O) = (392 - 284) : 18 = 6$ моль		
<b>Вывод 2 (ответ):</b> $(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ (или $(NH_4)_2SO_4 \cdot FeSO_4 \cdot 6H_2O$ )			
Тривиальное название <b>соль Мора</b>			
<b>Уравнения реакций:</b>			
1) $FeSO_4 + 2NaOH = \downarrow Fe(OH)_2 + Na_2SO_4$ , или $Fe^{2+} + 2OH^- = \downarrow Fe(OH)_2$ 2) $4Fe(OH)_2 \downarrow + 2H_2O + O_2 = 4Fe(OH)_3 \downarrow$ 3) $(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH = 2NH_3 \uparrow + 2H_2O + Na_2SO_4$ при нагревании или $NH_4^+ + OH^- = NH_3 \uparrow + H_2O$ 4) $FeSO_4 + K_3[Fe(CN)_6] = K_2SO_4 + KFeFe(CN)_6 \downarrow$ или $Fe^{2+} + K^+ + [Fe(CN)_6]^{3-} = KFeFe(CN)_6 \downarrow$ 5) $(NH_4)_2SO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + 2NH_4Cl$ или $FeSO_4 + BaCl_2 = BaSO_4 \downarrow + FeCl_2$ или $SO_4^{2-} + Ba^{2+} = BaSO_4 \downarrow$ 6) $(NH_4)_2SO_4 + 2AgNO_3 = 2NH_4NO_3 + Ag_2SO_4 \downarrow$ или $FeSO_4 + 2AgNO_3 = Fe(NO_3)_2 + Ag_2SO_4 \downarrow$ или $SO_4^{2-} + 2Ag^+ = Ag_2SO_4 \downarrow$ 7) $10FeSO_4 + 2KMnO_4 + 8H_2SO_4 = 5Fe_2(SO_4)_3 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 8H_2O$			



**Система оценивания:**

		Баллы
1.	Открытие 2-х катионов и 1 аниона по 3 балла	9
2.	Доказательство отсутствия оставшихся 20 катионов и анионов из перечня по 0,25 балла	5
3	Представлена формула кристаллогидрата	5
	Подтверждена расчетом формула безводной соли 4 балла, без расчета – 1 балл	
	Расчет значения «n» в формуле кристаллогидрата 1 балла	
4	Представлен протокол решения (в любой разумной форме)	3
5	Уравнения реакций по 1-7 по 1 баллу	7
6	Тривиальное название соли	1
	<b>Не оценивается.</b> Реакция $2\text{MnO}_4^- + 3\text{Mn}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} = 5\text{MnO}_2\downarrow + 4\text{H}^+$ протекает в нейтральной среде, протекает медленно и сопровождается помутнением раствора	
	<b>ИТОГО:</b>	30 баллов