

## ДЕВЯТЫЙ КЛАСС

(авторы Саморукова О.Л, Аняри В.В.)

Заполним таблицу:

	$\text{NH}_4\text{Cl}$	$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$	$\text{MgSO}_4$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{MnCl}_2$	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	$\text{ZnSO}_4$	$\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$
$\text{H}_2\text{O}$	Раств.	Раств.	Раств.	Не раств.	Раств.	Раств.	Раств.	Раств.	Не раств.
$\text{HCl}$	-	$\text{CO}_2\uparrow$ Р-ция №1	-	Раств. Р-ция №2	-	↓бел., раств. при $t^\circ$ Р-ция №3	↓желт., $\text{SO}_2\uparrow$ Р-ция №4	-	раств. Р-ция №5
$\text{NaOH}$	$\text{NH}_3\uparrow$ Р-ция №6	$\text{NH}_3\uparrow$ Р-ция №7	↓бел. Р-ция №8	-	↓бел., бурет на возд. Р-ции №9, 10	↓бел., раств. в изб. Р-ции №11, 12	-	↓раств. в изб. Р-ции №13, 14	Раств. в изб. Р-ции №15, 14

Основываясь на индивидуальных свойствах открываемых солей, можно идентифицировать каждую соль.

Ниже приведен один из возможных вариантов решения:

С использованием шпателя перенесем небольшие количества твердых веществ в пустые пробирки и добавим небольшое количество дистиллированной воды. Перемешивая содержимое пробирок, будем следить за растворением веществ. Не наблюдаем растворения в пробирках № 4 и № 9. Следовательно, в одной из пробирок находится фосфат кальция, а в другой – фосфат цинка. Чтобы различить эти два вещества прибавим к содержимому соответствующих пробирок раствор  $\text{NaOH}$ . Наблюдаем растворение осадка в пробирке № 9. Значит, она содержала  $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$ , а пробирка № 4 –  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ .

Прибавим к растворам в остальных пробирках  $\text{HCl}$ . Наблюдаем выделение газа в пробирке № 2, образование белого осадка в пробирке № 6 и желтоватого – в пробирке № 7 (также отмечаем появление резкого запаха сернистого газа). Проверим, что белый осадок в пробирке № 6 растворяется при нагревании ее содержимого на водяной бане. Данные факты подтверждают присутствие в пробирках № 2, 6 и 7  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , соответственно.

К растворам в оставшихся четырех пробирках будем постепенно прибавлять щелочь. Наблюдаем образование белых осадков в пробирке № 3 и № 5, нерастворимых в избытке  $\text{NaOH}$ , а также образование и последующее растворение осадка в пробирке № 8; в пробирке № 1 видимых изменений не отмечается. Оставляем пробирки на несколько минут на воздухе. Наблюдаем изменение цвета осадка в пробирке № 5 с белого на бурый. Таким образом, в

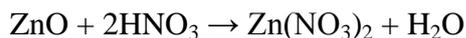
пробирке № 3 –  $\text{MgSO}_4$ , в пробирке № 5 –  $\text{MnCl}_2$ , в пробирке № 8 –  $\text{ZnSO}_4$ , а в пробирке № 1 –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Проверим последнее, нагрев раствор в пробирке № 1 на водяной бане и поднеся к ее отверстию влажную фенолфталеиновую бумажку, которая при этом окрасилась в розовый цвет.

Уравнения реакций:

- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{CaCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{HNO}_3$
- $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2\uparrow + \text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{HCl} \rightarrow 3\text{ZnCl}_2 + 2\text{H}_3\text{PO}_4$
- $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{t} \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 + 2\text{NaOH} \xrightarrow{t} \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{NH}_3\uparrow + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{MgSO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{MnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
- $2\text{Mn}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MnO}(\text{OH})_2$  (допускается написание  $\text{MnO}_2$ )
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NaOH}_{\text{нед}} \rightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaNO}_3$
- $\text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$  (допускается написание  $\text{Na}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ )
- $\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH}_{\text{нед}} \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{Zn}(\text{OH})_2 + 2\text{NaOH}_{\text{изб}} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$
- $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2 + 6\text{NaOH}_{\text{нед}} \rightarrow 3\text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{Na}_3\text{PO}_4$

### Ответы на теоретические вопросы

- Восстановительными свойствами обладают  $\text{MnCl}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Окислителей нет. (допускается, при подтверждении соответствующим уравнением реакции, указать в качестве окислителя  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )  
$$\text{MnCl}_2 + 2\text{NaOH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MnO}(\text{OH})_2\downarrow + 2\text{NaCl}$$
$$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 10\text{NaOH} + 4\text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{Na}_2\text{SO}_4 + 8\text{NaCl} + 5\text{H}_2\text{O}$$
- Окислителями называются вещества, которые принимают электроны от окисляющегося вещества, а вещества, отдающие электроны, называют восстановителями. (принимается и любое другое разумное определение)
- Амфотерными свойствами обладают оксиды  $\text{PbO}$ ,  $\text{ZnO}$ .  
$$\text{PbO} + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$$
$$\text{PbO} + 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$$
 (или  $\text{Na}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ )



4.  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  входит в состав апатита.

$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  растворяется в  $\text{CH}_3\text{COOH}$  с образованием дигидрофосфата:



(написание вместо дигидрофосфата гидрофосфата считается ошибкой, поскольку последний нерастворим; написание фосфорной кислоты также ошибочно, поскольку по первой ступени она сильнее уксусной и не может быть вытеснена последней)

### Система оценивания

Открытие солей: 9 солей по 2б.	18 б
Таблица	2 б
Уравнения реакций: 15 реакций по 0,5б	7,5 б
Теоретические вопросы: 1	0,5 б
2	0,5 б
3.	0,5 б
4.	1,0 б
<b>Итого:</b>	<b>30 б</b>