

## Решения

### Девятый класс

(Апяри В. В., Будко Е. В., Саморукова О. Л.)

В зависимости от состава смесей возможны различные варианты анализа. Ниже приведен один из них.

Составим схему анализа (рис. 1). (Схема анализа может быть представлена как в виде блок-схемы, так и в виде описания последовательности действий; здесь приведены оба варианта)

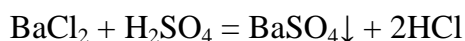
#### Выполнение анализа.

Проверяем смесь на растворимость в воде. Для этого небольшое количество смеси помещаем в пробирку и добавляем воду. Если вся смесь растворяется в воде, то это значит, что в смеси отсутствуют ионы  $Pb^{2+}$ . Если смесь растворяется частично, то подогреем пробирку на горелке и увидим, что смесь растворяется полностью, а при охлаждении частично выпадает в осадок. Это значит, что в смеси присутствуют ионы  $Pb^{2+}$ .

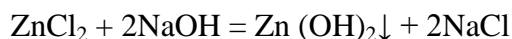
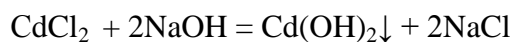
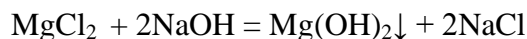
В зависимости от предварительных испытаний возможны варианты решения.

**1. Смесь солей растворилась полностью.** Предполагаем, что нет ионов  $Pb^{2+}$ , возможно присутствуют ионы  $Ba^{2+}$ .

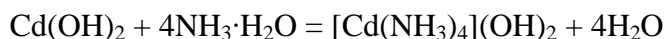
Небольшую порцию анализируемого образца растворяем в дистиллированной воде. Добавляем раствор  $H_2SO_4$ , выпадает белый осадок, который не растворяется в  $HCl$  и  $NaOH$ . Значит, присутствует ион  $Ba^{2+}$ .

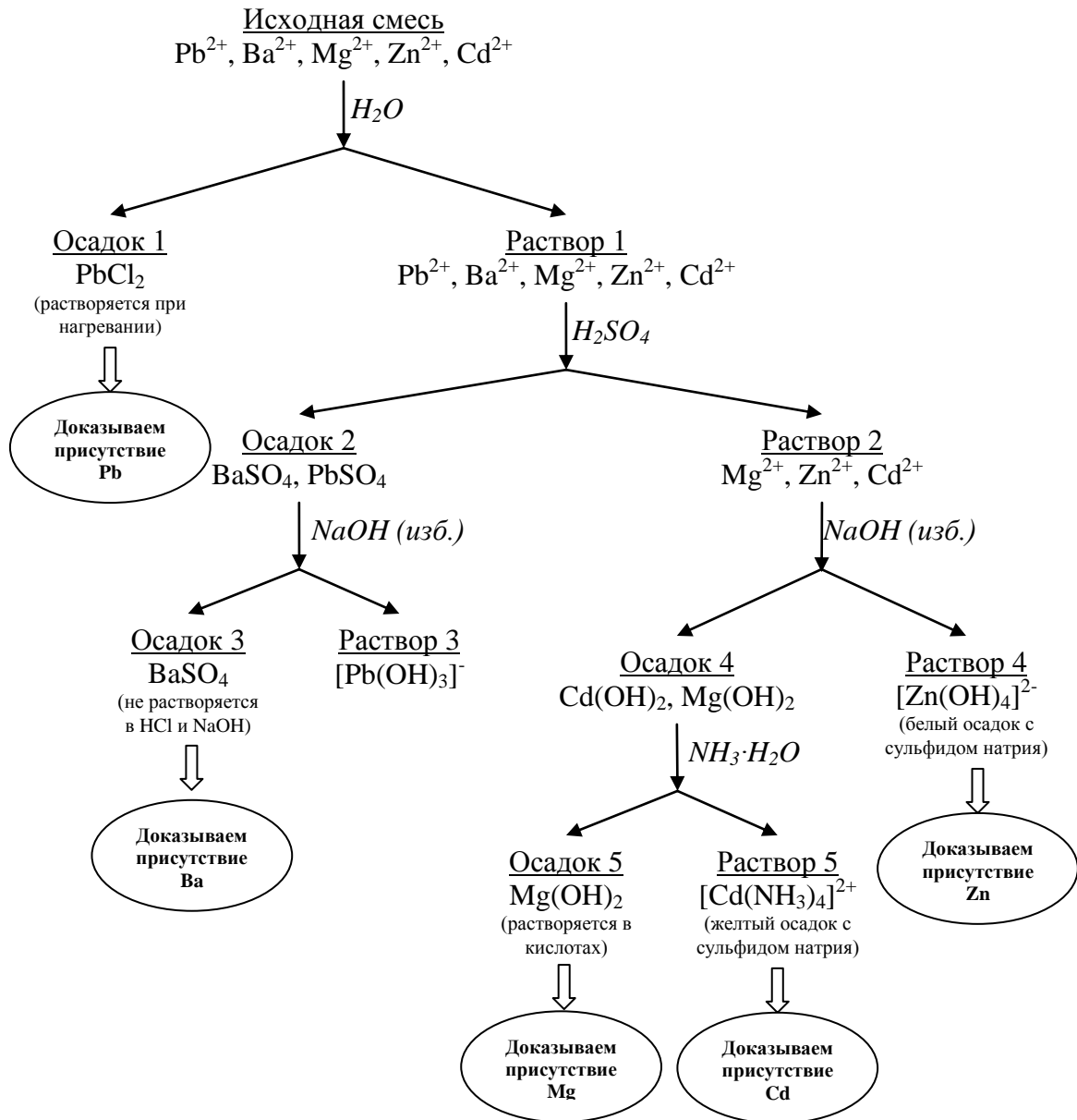


Сливаем раствор с осадка и к раствору медленно по каплям добавляем раствор  $NaOH$ . Наблюдаем выпадение осадка, а при добавлении избытка щелочи, частичное его растворение. Возможно, присутствуют катионы  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$  и  $Cd^{2+}$ .

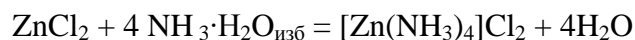
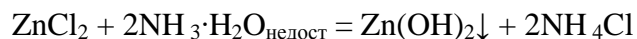
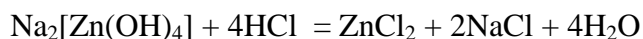


Отделяем осадок от раствора. К осадку (возможные компоненты:  $Cd(OH)_2$ ,  $Mg(OH)_2$ ) добавляем раствор  $NH_4OH$ , осадок растворяется. Значит, отсутствуют ионы  $Mg^{2+}$  и присутствуют ионы  $Cd^{2+}$ .





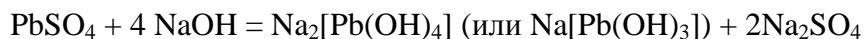
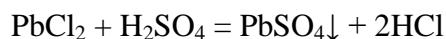
Ко второй части раствора добавляем HCl для перевода цинка в катионную форму и по каплям – раствор аммиака. Выпадает осадок, который растворяется в избытке реактива.



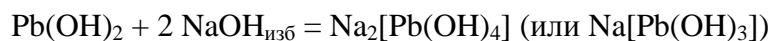
Образование ZnS и подтверждение амфотерных свойств ионов  $\text{Zn}^{2+}$  и доказывает его присутствие в смеси.

## 2. Смесь солей растворилась частично.

Сливаем раствор с осадка. Работаем с осадком. К осадку добавляем горячую воду и наблюдаем растворение осадка. Горячий раствор делим на четыре части ( разливаем по чистым пробиркам). В первую пробирку добавляем  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , выпадает осадок, который растворяется в NaOH.

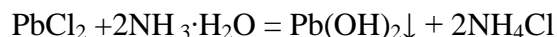


Во вторую пробирку добавляем NaOH. Наблюдаем выпадение осадка, который растворяется в избытке реактива.

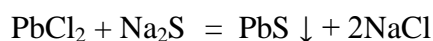


В этих реакциях проявляются амфотерные свойства свинца.

В третью пробирку добавляем аммиак. Выпадает осадок, который не растворяется в избытке реактива.



В четвертую пробирку добавляем  $\text{Na}_2\text{S}$ , выпадает осадок черного цвета.



Присутствие ионов  $\text{Pb}^{2+}$  доказано.

Раствор анализируем так, как указано в п.1.

Возможно выполнение анализа этой смеси и дробным методом. После проведения предварительных испытаний, в отдельных пробирках проводим качественные реакции со всеми приведенными реактивами и делаем выводы о присутствии или отсутствии катионов в смеси.

## Ответы на теоретические вопросы

1) Комплексные соединения, которые могут быть получены из предложенного перечня хлоридов с использованием имеющихся реактивов:

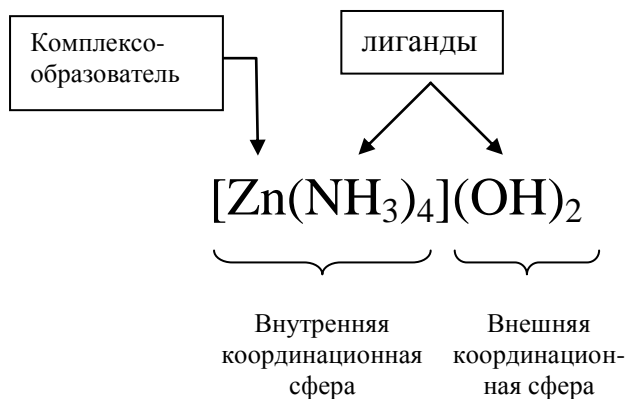
$\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$  – тетрагидроксоплюмбат (II) натрия (или  $\text{Na}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$  – тригидроксоплюмбат (II) натрия)

$\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$  – тетрагидроксоцинкат натрия

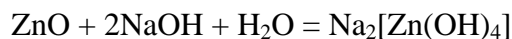
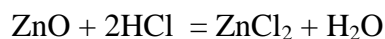
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  – гидроксид тетраамминцинка (допускается также написание формулы хлорида и сульфата)

$[\text{Cd}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$  – гидроксид тетраамминкадмия (допускается также написание формулы хлорида и сульфата)

2)



3) Амфотерными свойствами обладают следующие оксиды:  $\text{PbO}$ ,  $\text{ZnO}$ .



Аналогично протекают реакции с ионами свинца.

### Система оценивания:

#### **Практическая часть**

- |    |  |           |
|----|--|-----------|
| 1) | Определение состава катионов – 3 катиона по 6 баллов | 18 баллов |
| 2) | Составление схемы анализа                            | 6 баллов  |
| 3) | Запись уравнений реакций                             | 6 баллов  |

(за каждую неверно записанную или не записанную, когда это было нужно, реакцию снимается 0,5 балла, но не больше 6 в сумме)

#### **Ответы на теоретические вопросы**

- |    |   |                  |
|----|---|------------------|
| 1) | Формулы комплексных соединений по 1 баллу   | 4 балла          |
|    | Названия комплексных соединений по 1 баллу  | 4 балла          |
| 2) |   | 4 балла          |
| 3) | Указание амфотерных оксидов – 2 оксида по 2 балла                                   | 4 балла          |
|    | Запись уравнений реакций (на примере одного любого элемента) – 2 реакции по 2 балла | 4 балла          |
|    | <b>Итого</b>  | <b>50 баллов</b> |