

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)

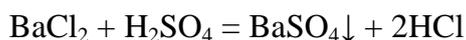
Выполнение анализа.

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+} .

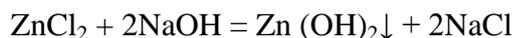
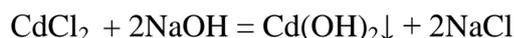
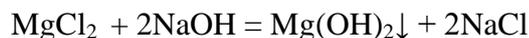
В зависимости от предварительных испытаний возможны варианты решения.

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

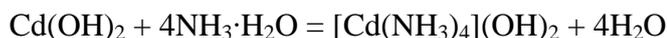
Небольшую порцию анализируемого образца растворяем в дистиллированной воде. Добавляем раствор H_2SO_4 , выпадает белый осадок, который не растворяется в HCl и $NaOH$. Значит, присутствует ион Ba^{2+} .

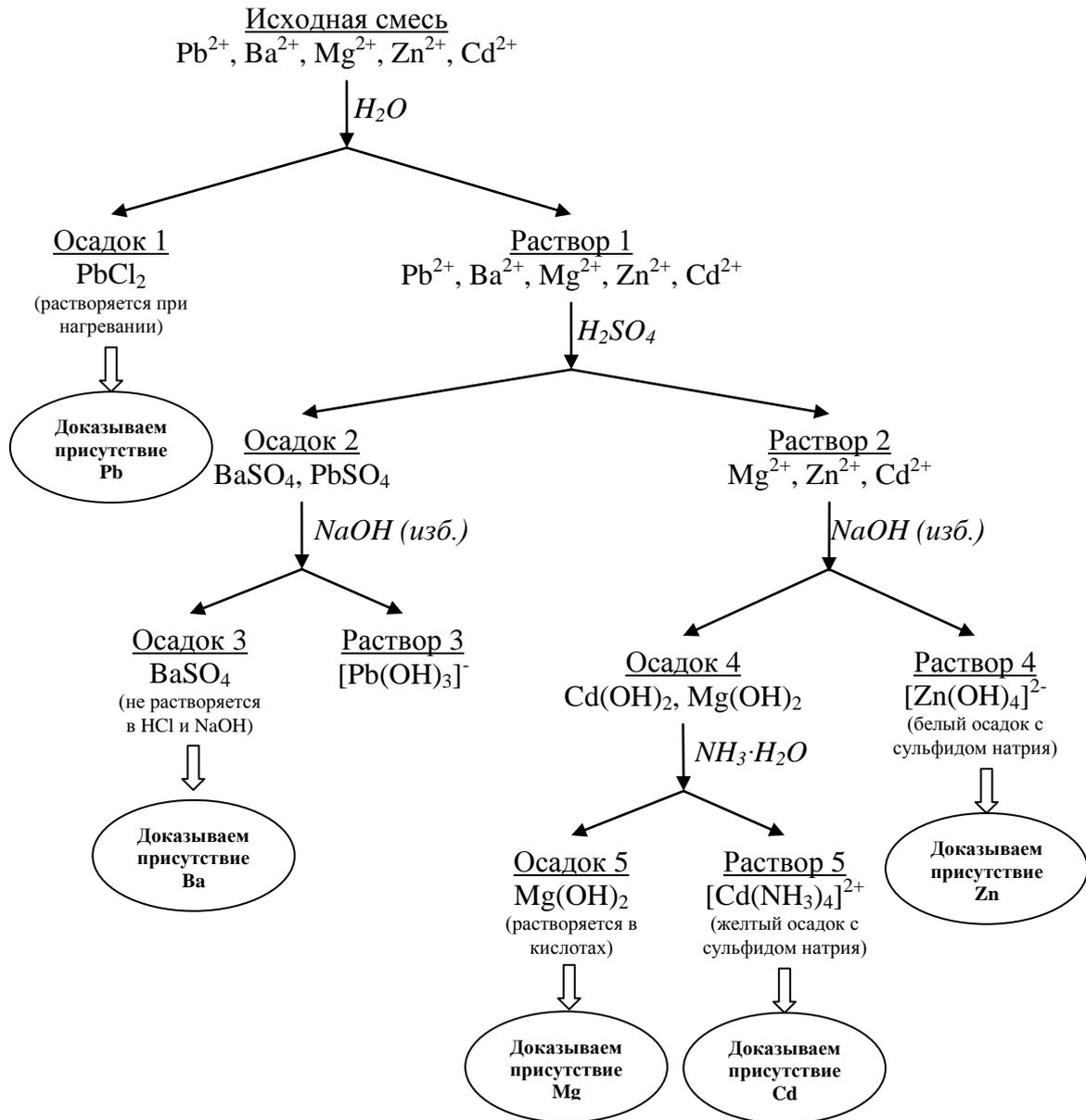


Сливаем раствор с осадка и к раствору медленно по каплям добавляем раствор $NaOH$. Наблюдаем выпадение осадка, а при добавлении избытка щелочи, частичное его растворение. Возможно, присутствуют катионы Mg^{2+} , Zn^{2+} и Cd^{2+} .

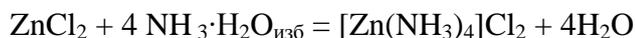
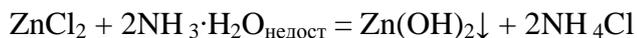
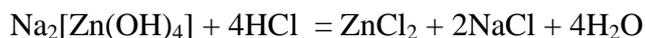


Отделяем осадок от раствора. К осадку (возможные компоненты: $Cd(OH)_2$, $Mg(OH)_2$) добавляем раствор NH_4OH , осадок растворяется. Значит, отсутствуют ионы Mg^{2+} и присутствуют ионы Cd^{2+} .





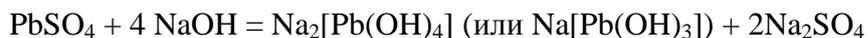
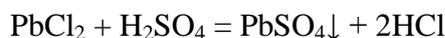
Ко второй части раствора добавляем HCl для перевода цинка в катионную форму и по каплям – раствор аммиака. Выпадает осадок, который растворяется в избытке реактива.



Образование ZnS и подтверждение амфотерных свойств ионов 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 H_2SO_4 , выпадает осадок, который растворяется в NaOH.

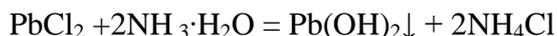


Во вторую пробирку добавляем NaOH. Наблюдаем выпадение осадка, который растворяется в избытке реактива.

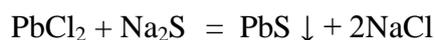


В этих реакциях проявляются амфотерные свойства свинца.

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



В четвертую пробирку добавляем Na_2S , выпадает осадок черного цвета.



Присутствие ионов 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:

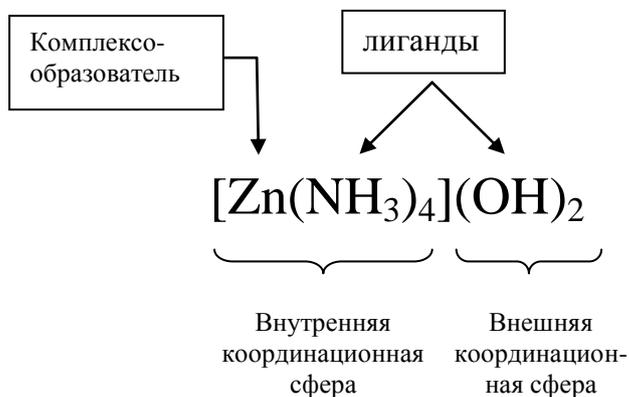
$\text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ – тетрагидроксоплюмбат (II) натрия (или $\text{Na}[\text{Pb}(\text{OH})_3]$ – тригидроксоплюмбат (II) натрия)

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

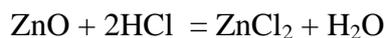
$[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{OH})_2$ – гидроксид тетраамминцинка (допускается также написание формулы хлорида и сульфата)

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

2)



3) Амфотерными свойствами обладают следующие оксиды: PbO , 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 |
| | Итого | 50 баллов |