

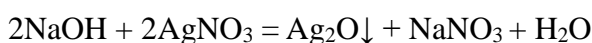
## Девятый класс

### РЕШЕНИЕ

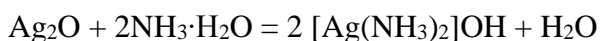
(автор: Саморукова О. Л.)

#### Определение склянок с кислотой и щёлочью

Переносим несколько капель раствора из склянки с определяемым реактивом в чистую пробирку и добавляем к нему по каплям раствор  $\text{AgNO}_3$ , при этом наблюдается выпадение осадка. Если выпавший осадок бурого цвета, то это означает, что в склянке находится  $\text{NaOH}$ , если белый или сероватый, – то  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . При этом протекают реакции:



Осадок  $\text{Ag}_2\text{O}\downarrow$  растворяется в избытке аммиака.



$\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Ag}_2\text{SO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$  (осадок растворяется в горячей воде и избытке аммиака)

#### Определение состава смесей

Так как вариантов смесей может быть очень много, то мы приведем реакции определения для каждой соли и рассмотрим варианты анализа некоторых смесей. Проведение любого анализа начинают с растворения вещества и определения катионов и анионов, которые могут быть потеряны в виде газа в процессе растворения и дальнейшей работы. В нашем случае это могут быть ионы  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Начинаем работу с проверки на  $\text{CO}_3^{2-}$ . На предметное стекло помещаем небольшое количество предварительно перемешанной пробы и капаем  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Если в анализируемом веществе есть ионы  $\text{CO}_3^{2-}$ , то проба начнет вспениваться, увеличиваться в объеме. Это значит, что выделяется газ  $\text{CO}_2\uparrow$  (реакция 1, см. ниже). При растворении пробы в воде также будет происходить выделение газа. Значит, что в предварительных испытаниях мы обнаружили соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Все индивидуальные вещества, которые даны в задании растворяются в воде. Если карбоната в смеси нет, но есть  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , то при ее растворении без нагревания во всех случаях кроме смеси с  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$  в пробирке будет оставаться осадок галогенидов свинца – белый в случае  $\text{PbCl}_2$ , который растворяется при нагревании пробирки на водяной бане и выпадает вновь при охлаждении раствора (реакция 2). Это позволяет обнаружить соль  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Если в анализируемой пробе есть  $\text{KI}$ , то после охлаждения раствора мы увидим образование жёлтых кристаллов  $\text{PbI}_2$  (реакция 3), что также служит подтверждением присутствия в смеси соли  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Другие проверочные реакции для этой

соли будут рассмотрены ниже.

Чтобы не потерять ион  $\text{NH}_4^+$ , проводим реакцию его определения. Берем чистую пробирку, переносим в нее небольшую часть растворенной пробы, добавляем в неё 10–15 капель раствора NaOH и накрываем предметным стеклом, к которому прикреплена влажная фенолфталеиновая бумага. Помещаем пробирку в водяную баню. Если в пробе есть ион аммония, то через несколько минут фенолфталеиновая бумага окрасится в малиновый цвет (*реакция 4*). Таким образом мы обнаружили соль  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Растворив пробу и проведя предварительные испытания, выполняем реакции, которые позволяют доказать присутствие других солей.

В качестве примера рассмотрим схему анализа некоторых смесей.

### **Пример 1. Смесь: $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{NH}_4\text{Cl}$**

Начинаем работу с тщательного перемешивания пробы, её растворения и выполнения предварительных испытаний. Проверяем пробу на присутствие карбонат-иона. Так как выделения газа не наблюдаем, то делаем вывод, что соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  отсутствует. В чистую пробирку отбираем часть пробы, добавляем воды, перемешиваем и наблюдаем частичное растворение пробы. Пробирку нагреваем на водяной бане и наблюдаем полное растворение пробы. При охлаждении раствора наблюдаем выпадение белого осадка (*реакция 2*). Это свидетельствует о присутствии в смеси соли  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Для подтверждения наших выводов отделяем раствор от осадка. К осадку добавляем немного воды, снова нагреваем и к горячему раствору добавляем по каплям  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Наблюдаем выпадение осадка  $\text{PbSO}_4$  (*реакция 5*), который растворяется в избытке щелочи (*реакция 6*) ( $\text{BaSO}_4$  – не растворяется). Это ещё раз подтверждает присутствие в смеси соли  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и отсутствие  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Берем новую порцию раствора и открываем ион аммония как было описано в предварительных испытаниях (*реакция 4*). По покраснению фенолфталеиновой бумаги делаем вывод о присутствии в пробе иона аммония, а следовательно, и соли  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

### **Пример 2. Смесь: $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ , $\text{KI}$**

Начинаем работу с тщательного перемешивания пробы, её растворения и выполнения предварительных испытаний. Проверяем пробу на присутствие карбонат-иона. Так как выделения газа не наблюдаем, то делаем вывод, что соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  отсутствует. В чистую пробирку отбираем часть пробы, добавляем воды, перемешиваем и наблюдаем полное растворение пробы. Часть растворенной пробы переносим в чистую пробирку и проверяем её на присутствие ионов аммония. Так как фенолфталеиновая бумага не покраснела, делаем

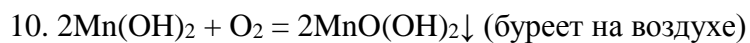
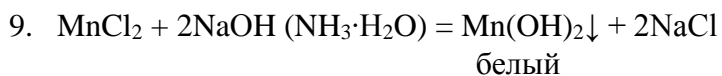
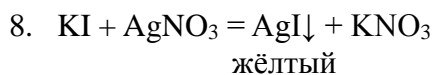
вывод об отсутствии ионов аммония. Переносим в чистую пробирку новую порцию пробы и добавляем по каплям раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Наблюдаем выпадение белого осадка (*реакция 7*), который не растворяется в избытке кислоты, растворе аммиака и щёлочи. Это может быть только осадок  $\text{BaSO}_4$ . Значит мы открыли соль  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ . Теперь мы можем поступить двумя способами – это отделить осадок от раствора или взять новую порцию раствора пробы и добавить раствор  $\text{AgNO}_3$ . Отделяем осадок, а к раствору добавляем  $\text{AgNO}_3$ . Наблюдаем выделение осадка, который имеет жёлтую окраску (*реакция 8*). Жёлтый осадок –  $\text{AgI}$ . Таким образом мы открыли соль  $\text{KI}$ .

### Пример 3. Смесь: $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , $\text{MnCl}_2$

Начинаем работу с тщательного перемешивания пробы, её растворения и выполнения предварительных испытаний. Проверяем пробу на присутствие карбонат-иона. На предметное стекло помещаем часть пробы и добавляем несколько капель  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Наблюдаем вспенивание пробы и выделение газа (*реакция 1*). Выделяется газ  $\text{CO}_2$ . Это значит, что мы открыли соль  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . В чистую пробирку отбираем часть пробы, добавляем воды, перемешиваем и наблюдаем образование белого осадка (*реакция 9*). Часть растворенной пробы переносим в чистую пробирку и проверяем её на присутствие ионов аммония. Фенолфталеиновая бумага не покраснела, поэтому делаем вывод, что ионы аммония отсутствуют. Через некоторое время замечаем, что образовавшийся осадок начинает буреть, а затем становится черным (*реакция 10*). Мы открыли соль  $\text{MnCl}_2$ .

### Проверочные реакции на соли

- $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NH}_4\text{Cl} (\text{MnCl}_2) = \text{PbCl}_2\downarrow + 2\text{NH}_4\text{NO}_3$   
белый
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{KI} = \text{PbI}_2\downarrow + 2\text{KNO}_3$   
жёлтый
- $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} = (\text{t}^\circ, \text{ф-ф}) \text{NH}_3\uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$   
(фенолфталеиновая бумага окрашивается в малиновый цвет)
- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{PbSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$
- $\text{PbSO}_4 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4] + \text{Na}_2\text{SO}_4$
- $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{HNO}_3$   
(осадок нерастворим в кислоте, щёлочи и растворе аммиака)



Система оценивания:

Открытие солей: 6 солей по 3 балла = 18 баллов

Определение склянок с кислотой

и щелочью: 2 склянки по 2 балла = 4 балла

Реакции обнаружения: 8 реакций по 1 баллу = 8 баллов

Итого: **30 баллов**

**Рекомендуемые варианты смесей:**

1 вариант	<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl</b>	<b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI</b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub></b>
2 вариант	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub></b>	<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl</b>	<b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI</b>
3 вариант	<b>Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KI</b>	<b>Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, MnCl<sub>2</sub></b>	<b>Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Cl</b>