

Решение задания практического тура (9 класс)

(Ильин М.А., Романов А.С.)

А) Формулы веществ, для которых приведены тривиальные названия:

питьевая сода –  $\text{NaHCO}_3$ ;

чилийская селитра –  $\text{NaNO}_3$ ;

купоросное масло –  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

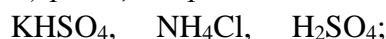
нашатырь –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

Б) Формулы веществ, свежеприготовленные растворы которых (без учета влияния  $\text{CO}_2$  воздуха)

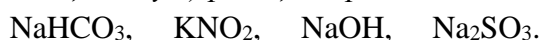
– практически не подвергаются гидролизу и должны иметь почти нейтральную реакцию среды:



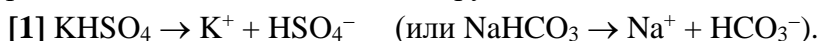
– должны иметь кислую (слабокислую) реакцию среды:



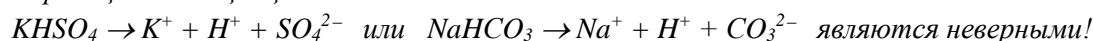
– должны иметь щелочную (слабощелочную) реакцию среды:



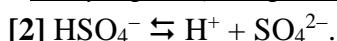
В) Обе эти соли (гидрокарбонат натрия ( $\text{NaHCO}_3$ ) и гидросульфат калия ( $\text{KHSO}_4$ )) при растворении в воде практически полностью диссоциируют:



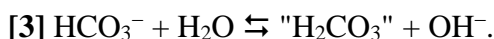
Уравнения реакций диссоциации



В водном растворе гидросульфат-ионы частично диссоциируют ( $K_{a2}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 10^{-2}$ ), определяя их кислую реакцию среды:



Водный раствор  $\text{NaHCO}_3$  имеет щелочную реакцию среды ввиду частичного гидролиза гидрокарбонат-иона:



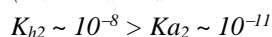
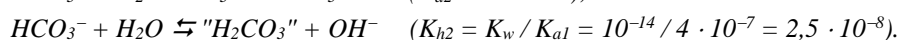
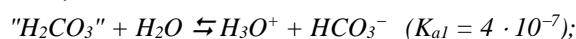
Дальнейшее объяснение от Участников не требуется!

В данном случае разница "силы" кислот, образующих "кислые соли" очень большая:



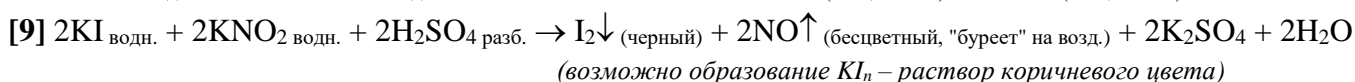
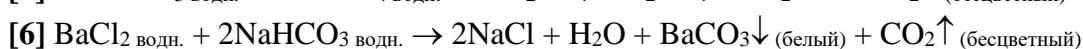
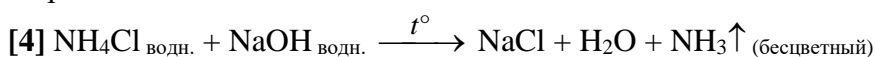
поэтому можно легко указать pH среды водных растворов этих "кислых солей".

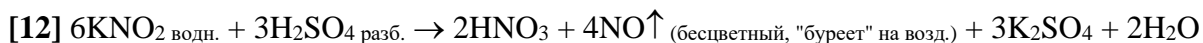
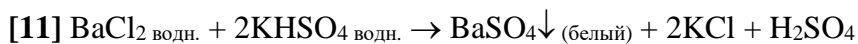
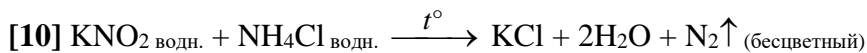
В общем случае, анионы всех "кислых солей" являются амфотерными частицами ("амфолитами"): они обладают одновременно и кислотными, и основными свойствами. Покажем это на примере гидрокарбонат-иона:



Сравнение констант ( $K_{h2} \sim 10^{-8} > K_{a2} \sim 10^{-11}$ ) показывает, что в растворах гидрокарбонатов щелочных металлов среда будет слабощелочной.

Уравнения реакций [4-12] с учетом условий их проведения, а также указанием основных признаков их протекания:





### Идентификация растворов в пробирках 1 – 8

Существует несколько вариантов решения этой задачи. Ниже приведен один из возможных.

Прежде всего, определим содержимое пробирок **7** и **8** – по условию они *не содержат растворы солей*. Это могут быть только растворы **NaOH** или **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Выяснить содержимое этих пробирок можно, воспользовавшись универсальной индикаторной бумагой. С помощью пипетки Пастера перенесем каплю идентифицируемого раствора на полоску индикатора: раствор щелочи окрасит бумажку в темно-синий цвет, а капля идентифицируемого раствора серной кислоты окрасит ее темно-бордовый цвет.

После определения номера пробирки с раствором серной кислоты можно идентифицировать растворы еще нескольких пробирок. К небольшому объему (~0,5 мл) каждого раствора из пробирок **1–6** с помощью пипетки Пастера добавим 3-4 капли раствора **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. В трех из идентифицируемых пробирок наблюдаются изменения (это растворы **BaCl<sub>2</sub>**, **NaHCO<sub>3</sub>**, **KNO<sub>2</sub>**). В одной из пробирок тотчас выпадает белый осадок **BaSO<sub>4</sub>** – следовательно, в этой пробирке содержался **BaCl<sub>2</sub>**. В другой пробирке можно заметить характерное "вскипание" реакционного раствора (выделение **CO<sub>2</sub>**, бесцветного газа) – в этой пробирке находился раствор **NaHCO<sub>3</sub>**. В пробирке, содержащей раствор **KNO<sub>2</sub>**, при добавлении раствора серной кислоты тоже выделяется газ (**NO**), который на воздухе тотчас приобретает "бурый" цвет (**NO<sub>2</sub>**) – для "контрастности фона" за пробиркой можно подставить лист любой белой бумаги (например, распечатанного задания).

Для идентификации пробирки с раствором гидросульфата калия проще всего воспользоваться полоской универсальной индикаторной бумаги – капля его раствора покажет сильноокислую реакцию среды (практически такую же, что и у раствора серной кислоты – темно-бордовый цвет). Кроме того, подтвердить наличие **KHSO<sub>4</sub>** в пробирке можно при проведении реакции с раствором хлорида бария (который мы уже ранее определили) – выпадает белый осадок **BaSO<sub>4</sub>**.

Теперь осталось определить содержимое еще двух пробирок – растворы **NH<sub>4</sub>Cl** и **KI**. К небольшому объему (~0,5 мл) каждого раствора из оставшихся неидентифицированных пробирок аккуратно (*не дотрагиваясь края реакционной пробирки!*) добавим 3-4 капли раствора щелочи и нагреем на водяной бане. Поднесем к отверстию каждой из пробирок (*не касаясь края пробирок!*) влажную полоску универсальной индикаторной бумаги. Там, где *влажная* полоска индикатора окрасилась в синий цвет – выделяется аммиак. Следовательно, в этой пробирке содержался **NH<sub>4</sub>Cl**.

Удостовериться, что в оставшейся для идентификации пробирке содержится раствор иодида калия, можно проверив восстановительные свойства иодид-иона. К ~0,5 мл раствора добавим 3-4 капли раствора нитрита калия (уже определенного) и 2-3 капли раствора серной кислоты (также ранее уже определенной) – образуется раствор коричневого цвета (возможно даже выпадение черного осадка **I<sub>2</sub>**). Таким образом, мы подтвердили, что в этой пробирке содержался **KI**.

**Система оценивания:**

А) Формулы тривиальных названий .....	0,25 б. × 4 = 1 балл
<b>Всего за пункт А</b> .....	<b>1 балл</b>
Б) Формулы веществ, которые	
– должны иметь практически нейтральную реакцию среды .....	0,25 б. × 3 = 0,75 балла
– должны иметь кислую (слабокислую) реакцию среды .....	0,25 б. × 3 = 0,75 балла
– должны иметь щелочную (слабощелочную) реакцию среды .....	0,25 б. × 4 = 1 балл
за каждое неверное отнесение вещества по рН (но в сумме за весь пункт Б не может быть менее 0 баллов)	– 0,25 б. (за вещество),
<b>Всего за пункт Б</b> .....	<b>2,5 балла</b>
В)	
[1] Уравнение реакции диссоциации $\text{NaHCO}_3$ или $\text{KHSO}_4$ .....	0,75 балла
– если уравнение " $\text{KHSO}_4 \rightarrow \text{K}^+ + \text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ " (0,25 балла)	
– если уравнение " $\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}^+ + \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ " (0 баллов)	
[2] Выбор соли с <u>кислой</u> реакцией среды и соответствующее уравнение .....	0,75 балла
– верный выбор соли с <u>кислой</u> реакцией среды (0,25 балла)	
– уравнение реакции диссоциации $\text{HSO}_4^-$ (0,5 балла)	
[3] Выбор соли со <u>щелочной</u> реакцией среды и уравнение гидролиза .....	0,75 балла
– верный выбор соли со <u>щелочной</u> реакцией среды (0,25 балла)	
– уравнение реакции гидролиза $\text{HCO}_3^-$ (0,5 балла)	
Уравнения реакций [4–12] .....	0,75 б. × 9 = 6,75 баллов
– неверные коэффициенты в каждом уравнении	–0,25 баллов
– неуказанные признаки протекания реакций (осадок (↓) и его цвет; газ (↑) и его цвет и т.д.) в каждом уравнении	–0,25 баллов
<b>Всего за пункт В</b> .....	<b>9 баллов</b>
<b>Идентификация каждой из пробирок 1-8</b> .....	<b>1,5 б. × 8 = 12 баллов</b>
<b>Соблюдение требований ТБ в лаборатории</b> .....	<b>0,5 балла</b>
<b>Повторная выдача идентифицируемого вещества</b> .....	<b>–1 балл</b> (за каждое вещество)
<b>ИТОГО ЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР</b> .....	<b>25 баллов</b>