

Решение задания практического тура (9 класс)

(Ильин М.А., Романов А.С.)

А) Формулы веществ, для которых приведены тривиальные названия:

питьевая сода – NaHCO_3 ;

чилийская селитра – NaNO_3 ;

купоросное масло – H_2SO_4 ;

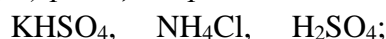
нашатырь – NH_4Cl .

Б) Формулы веществ, свежеприготовленные растворы которых (без учета влияния CO_2 воздуха)

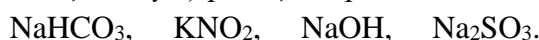
– практически не подвергаются гидролизу и должны иметь почти нейтральную реакцию среды:



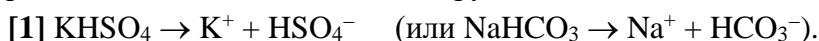
– должны иметь кислую (слабокислую) реакцию среды:



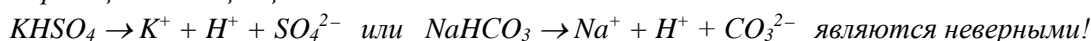
– должны иметь щелочную (слабощелочную) реакцию среды:



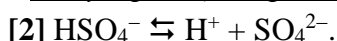
В) Обе эти соли (гидрокарбонат натрия (NaHCO_3) и гидросульфат калия (KHSO_4)) при растворении в воде практически полностью диссоциируют:



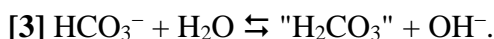
Уравнения реакций диссоциации



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

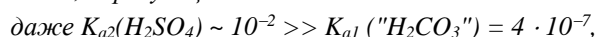


Водный раствор NaHCO_3 имеет щелочную реакцию среды ввиду частичного гидролиза гидрокарбонат-иона:



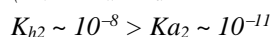
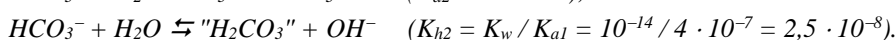
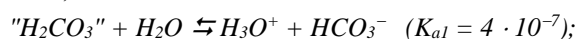
Дальнейшее объяснение от Участников не требуется!

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



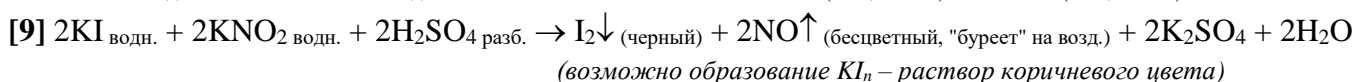
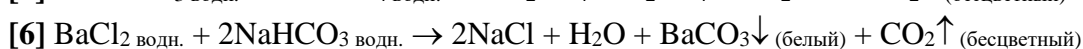
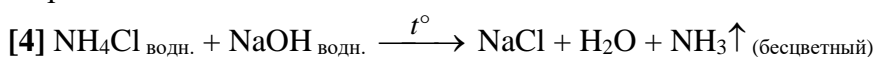
поэтому можно легко указать pH среды водных растворов этих "кислых солей".

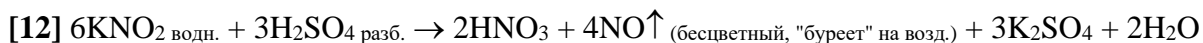
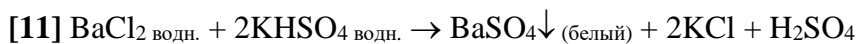
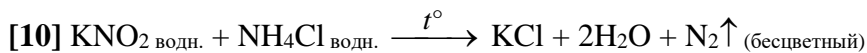
В общем случае, анионы всех "кислых солей" являются амфотерными частицами ("амфолитами"): они обладают одновременно и кислотными, и основными свойствами. Покажем это на примере гидрокарбонат-иона:



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 **H₂SO₄**. 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 **H₂SO₄**. В трех из идентифицируемых пробирок наблюдаются изменения (это растворы **BaCl₂**, **NaHCO₃**, **KNO₂**). В одной из пробирок тотчас выпадает белый осадок **BaSO₄** – следовательно, в этой пробирке содержался **BaCl₂**. В другой пробирке можно заметить характерное "вскипание" реакционного раствора (выделение **CO₂**, бесцветного газа) – в этой пробирке находился раствор **NaHCO₃**. В пробирке, содержащей раствор **KNO₂**, при добавлении раствора серной кислоты тоже выделяется газ (**NO**), который на воздухе тотчас приобретает "бурый" цвет (**NO₂**) – 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 **KHSO₄** в пробирке можно при проведении реакции с раствором хлорида бария (который мы уже ранее определили) – выпадает белый осадок **BaSO₄**.

Теперь осталось определить содержимое еще двух пробирок – растворы **NH₄Cl** и **KI**. К небольшому объему (~0,5 мл) каждого раствора из оставшихся неидентифицированных пробирок аккуратно (*не затрагивая 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 **NH₄Cl**.

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 **I₂**). Таким образом, мы подтвердили, что в этой пробирке содержался **KI**.

Система оценивания:

А) Формулы тривиальных названий	0,25 б. × 4 = 1 балл
Всего за пункт А	1 балл
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),
Всего за пункт Б	2,5 балла
В)	
[1] Уравнение реакции диссоциации NaHCO_3 или 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 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 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
Всего за пункт В	9 баллов
Идентификация каждой из пробирок 1-8	1,5 б. × 8 = 12 баллов
Соблюдение требований ТБ в лаборатории	0,5 балла
Повторная выдача идентифицируемого вещества	–1 балл (за каждое вещество)
ИТОГО ЗА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ТУР	25 баллов