

Экспериментальный тур ВсОШ по химии 2025-2026 уч. г.

Региональный этап

Решение задания практического тура (9 класс)

(Ильин М.А., Романов А.С.)

A) Формулы веществ, для которых приведены тривиальные названия:

питьевая сода – NaHCO_3 ;

чилийская селитра – NaNO_3 ;

купоросное масло – H_2SO_4 ;

нашатырь – NH_4Cl .

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

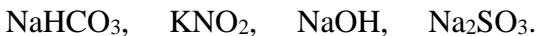
– практически не подвергаются гидролизу и должны иметь почти нейтральную реакцию среды:



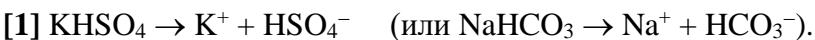
– должны иметь кислую (слабокислую) реакцию среды:



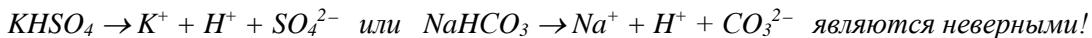
– должны иметь щелочную (слабощелочную) реакцию среды:



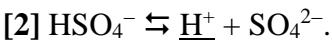
B) Обе эти соли (гидрокарбонат натрия (NaHCO_3) и гидросульфат калия (KHSO_4)) при растворении в воде практически полностью диссоциируют:



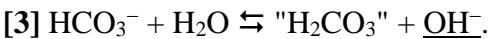
Уравнения реакций диссоциации



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:



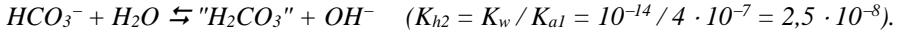
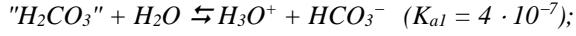
Дальнейшее объяснение от Участников не требуется!

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



поэтому можно легко указать $p\text{H}$ среды водных растворов этих "кислых солей".

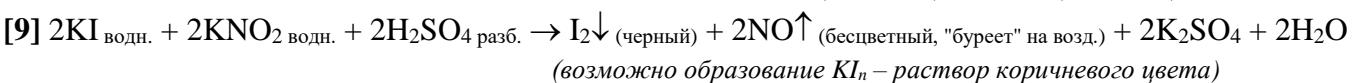
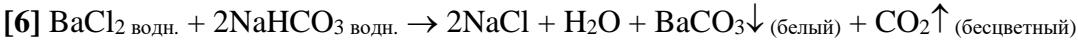
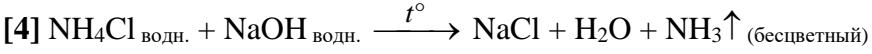
В общем случае, анионы всех "кислых солей" являются амфотерными частицами ("амфолитами"): они обладают одновременно и кислыми, и основными свойствами. Покажем это на примере гидрокарбонат-иона:

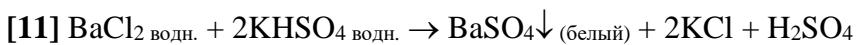
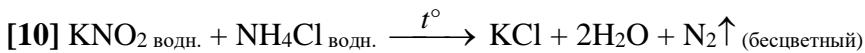


$$K_{h2} \sim 10^{-8} > K_{a2} \sim 10^{-11}$$

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 "всплытие" 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 сильнокислую 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 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 **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. \times 4 = 1 балл

Всего за пункт А **1 балл**

Б) Формулы веществ, которые

- должны иметь практически нейтральную реакцию среды 0,25 б. \times 3 = 0,75 балла
 - должны иметь кислую (слабокислую) реакцию среды 0,25 б. \times 3 = 0,75 балла
 - должны иметь щелочную (слабощелочную) реакцию среды 0,25 б. \times 4 = 1 балл
- за каждое неверное отнесение вещества по pH – 0,25 б. (за вещество),
(но в сумме за весь пункт **Б** не может быть менее 0 баллов)

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 кислой реакцией среды и соответствующее уравнение 0,75 балла

- верный выбор соли с кислой реакцией среды (0,25 балла)
- уравнение реакции диссоциации HSO_4^- (0,5 балла)

[3] Выбор соли со щелочной реакцией среды и уравнение гидролиза 0,75 балла

- верный выбор соли со щелочной реакцией среды (0,25 балла)
- уравнение реакции гидролиза HCO_3^- (0,5 балла)

Уравнения реакций [4–12] 0,75 б. \times 9 = 6,75 баллов

- неверные коэффициенты в каждом уравнении –0,25 баллов
- неуказанные признаки протекания реакций (осадок \downarrow) и его цвет; газ (\uparrow) 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. \times 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**