

Экспериментальный тур

Девятый класс (авторы: Апяри В.В., Теренин В.И.)

1. HCl – может сосуществовать с Na₂SO₄, NH₄Cl, ZnCl₂, BaCl₂
 NaOH – может сосуществовать с Na₂SO₄, Na₂CO₃, BaCl₂
 Na₂SO₄ – может сосуществовать с HCl, NaOH, Na₂CO₃, NH₄Cl, ZnCl₂
 Na₂CO₃ – может сосуществовать с NaOH, Na₂SO₄
 NH₄Cl – может сосуществовать с HCl, ZnCl₂, BaCl₂
 ZnCl₂ – может сосуществовать с HCl, Na₂SO₄, NH₄Cl, BaCl₂
 BaCl₂ – может сосуществовать с HCl, NaOH, NH₄Cl, ZnCl₂
- 2.

Реактив	Идентифицируемое вещество						
	HCl	NaOH	Na ₂ SO ₄	Na ₂ CO ₃	NH ₄ Cl	ZnCl ₂	BaCl ₂
HCl	–	–	–	↑	–	–	–
NaOH	–	–	–	–	↑	↓р-ся в изб.	помутн.*
Na ₂ SO ₄	–	–	–	–	–	–	↓
BaCl ₂	–	помутн.*	↓	↓	–	–	–
Реакция среды	кислая	щелочная	нейтральная	щелочная	слабокислая	слабокислая	нейтральная

*Помутнение возникает из-за реакции BaCl₂ с Na₂CO₃, присутствующим в NaOH из-за поглощения CO₂ из воздуха.

3. 1) Na₂SO₄ + BaCl₂ → BaSO₄↓ + 2NaCl
 2) Na₂CO₃ + 2HCl → 2NaCl + CO₂↑ + H₂O
 3) Na₂CO₃ + BaCl₂ → BaCO₃↓ + 2NaCl
 4) NH₄Cl + NaOH → NaCl + NH₃↑ + H₂O
 5) ZnCl₂ + 2NaOH → Zn(OH)₂↓ + 2NaCl
 6) Zn(OH)₂↓ + 2NaOH (изб.) → Na₂[Zn(OH)₄]

4. Пусть последовательность номеров соответствует следующим бинарным смесям: №1 – HCl, Na₂SO₄; №2 – NaOH, Na₂SO₄; №3 – Na₂SO₄, Na₂CO₃; №4 – NH₄Cl, BaCl₂; №5 – Na₂SO₄, ZnCl₂. Возможен следующий ход решения задачи.

Для начала, исследуем кислотность анализируемых растворов с помощью универсальной индикаторной бумаги. Пробирка №1 показывает кислую реакцию среды, №2 и №3 – щелочную, №4 и №5 – слабокислую.

Проще всего установить состав пробирки №1, поскольку, с учетом таблицы (см. п. 2), кислую реакцию среды может дать только 1 вещество – HCl. Вторым компонентом этой смеси, который сосуществует с HCl, может быть Na₂SO₄, NH₄Cl, ZnCl₂ или BaCl₂ (см. п. 1). Логичнее всего начать обнаружение второго компонента с помощью реактива NaOH, поскольку этот реактив позволяет из одной пробы обнаружить сразу два вещества – ZnCl₂ и NH₄Cl. Перенесем несколько капель анализируемого раствора в чистую пробирку и будем по каплям добавлять NaOH. Последовательного выпадения и растворения осадка (см. п. 3, *р-ции* 5, б) не наблюдаем, значит, в пробе отсутствует ZnCl₂. Нагреем подщелоченный раствор в пробирке на водяной бане (см. п. 3, *р-ция* 4) и поднесем к отверстию влажную индикаторную бумажку. Не наблюдаем видимых изменений цвета индикатора, что говорит об отсутствии NH₄Cl. Оставшиеся 2 компонента из возможных (Na₂SO₄ и BaCl₂) легко различить с помощью аналогичных реактивов (см. п. 3, *р-ция* 1). К нескольким каплям анализируемого раствора в чистой пробирке или к раствору после предыдущего эксперимента прибавим несколько капель раствора BaCl₂. Наблюдаем выпадение белого осадка, что говорит о наличии в пробе Na₂SO₄. Поэтому в пробирке №1 – смесь HCl + Na₂SO₄.

Далее проведем анализ содержимого пробирок №2 и №3 с щелочной реакцией среды. В них могут присутствовать следующие компоненты: NaOH, Na₂SO₄, Na₂CO₃ и BaCl₂. Реактив BaCl₂ позволяет обнаружить сразу два вещества – Na₂SO₄ и Na₂CO₃ (см. п. 3, *р-ции* 1, 3). Начнем с добавления этого реактива. Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять BaCl₂. В обеих пробирках наблюдаем образование белого осадка. Добавим в смеси по каплям HCl. В растворе с осадком из пробирки №3 наблюдается выделение газа, что свидетельствует о присутствии в исходной смеси Na₂CO₃ (см. п. 3, *р-ция* 2), однако осадок

полностью не растворяется, даже при добавлении большого избытка HCl. Это не может быть CaCO₃. Значит в пробирке №3 присутствовал также Na₂SO₄. Поэтому в пробирке **№3 – смесь Na₂SO₄ + Na₂CO₃**. В пробирке №2 растворения осадка при добавлении HCl также не наблюдается, но нет и выделения газа. Значит, компонентом, давшим осадок с BaCl₂, является Na₂SO₄. Вторым компонентом, не выказывающим в условиях эксперимента аналитических эффектов, но создающим щелочную реакцию среды, может быть только NaOH. Итого, в пробирке **№2 – смесь NaOH + Na₂SO₄**.

Наконец перейдем к анализу растворов в пробирках №4 и №5 со слабокислой реакцией среды. Таковую реакцию среды могут дать только смеси, содержащие Na₂SO₄, NH₄Cl, ZnCl₂ и BaCl₂. Также, как и в случае пробирки №1, начнем с прибавления NaOH, поскольку с помощью этого реактива, как уже было сказано выше, можно обнаружить из одной пробы ZnCl₂ и NH₄Cl. Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять NaOH. В растворе из пробирки №5 наблюдаем последовательное образование и растворение белого осадка (см. *п. 3, р-ция 5, б*), что доказывает присутствие ZnCl₂. В пробе из пробирки №4 отчетливых видимых изменений не наблюдаем (возможно помутнение раствора из-за присутствия в щелочи карбоната натрия вследствие поглощения из воздуха CO₂). Нагреем обе пробирки на водяной бане и поднесем к их отверстиям влажную индикаторную бумажку. Наблюдаем появление зеленого или синего окрашивания для пробирки с раствором №4, что говорит о присутствии в ней NH₄Cl. Для пробирки с раствором №5 подобного не происходит. Таким образом, мы обнаружили по одному компоненту в пробирках №4 и №5. Вторым компонентом может быть только Na₂SO₄ или BaCl₂. Эти вещества, опять же, несложно различить с помощью аналогичных реактивов. Добавление в растворы из пробирок №4 и №5 BaCl₂ приводит к выпадению во втором случае белого осадка (см. *п. 3, р-ция 1*). Такой же осадок выпадает в растворе №4 только при добавлении Na₂SO₄. Окончательно, приходим к выводу, что в пробирке **№4 – смесь NH₄Cl + BaCl₂**, а в пробирке **№5 – смесь Na₂SO₄ + ZnCl₂**.

Система оценивания:

1.	Указание сосуществующих в растворе веществ для идентифицируемых соединений – 7 соединений по 0,5 балла	3,5 балла
2.	Заполнение таблицы – 35 ячеек по 0,1 балла	3,5 балла
3.	Уравнения реакций – 6 уравнений по 0,5 балла	3 балла
4.	Идентификация бинарных смесей – 10 компонентов по 3 балла	30 баллов
	ИТОГО:	40 баллов

В случае, если участнику понадобится дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, долив производится 1 раз (в 1 соответствующую склянку) без штрафа, в последующих случаях – со штрафом 2 балла. Таким образом, если необходим долив n склянок, штраф составляет $2(n - 1)$ баллов, но не более 8 баллов.