

КРИТЕРИИ И МЕТОДИКА ОЦЕНИВАНИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ  
ОЛИМПИАДНЫХ ЗАДАНИЙ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА ПО ХИМИИ С  
УКАЗАНИЕМ МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО КОЛИЧЕСТВА БАЛЛОВ  
ЗА КАЖДОЕ ЗАДАНИЕ И ОБЩЕГО КОЛИЧЕСТВА МАКСИМАЛЬНО  
ВОЗМОЖНЫХ БАЛЛОВ ПО ИТОГАМ ВЫПОЛНЕНИЯ ВСЕХ ЗАДАНИЙ  
(основной комплект)

для жюри

2 тур

2021–2022

## Решения задач экспериментального тура

### Девятый класс (авторы: Аняри В.В., Теренин В.И.)

- HCl – может сосуществовать с Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>  
 NaOH – может сосуществовать с Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, BaCl<sub>2</sub>  
 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – может сосуществовать с HCl, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub>  
 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – может сосуществовать с NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 NH<sub>4</sub>Cl – может сосуществовать с HCl, ZnCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>  
 ZnCl<sub>2</sub> – может сосуществовать с HCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, BaCl<sub>2</sub>  
 BaCl<sub>2</sub> – может сосуществовать с HCl, NaOH, NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub>
- 

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

\*Помутнение возникает из-за реакции BaCl<sub>2</sub> с Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, присутствующим в NaOH из-за поглощения CO<sub>2</sub> из воздуха.

- $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$
  - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$
  - $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{NH}_3\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
  - $\text{ZnCl}_2 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Zn(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaCl}$
  - $\text{Zn(OH)}_2\downarrow + 2\text{NaOH (изб.)} \rightarrow \text{Na}_2[\text{Zn(OH)}_4]$

4. Пусть последовательность номеров соответствует следующим бинарным смесям: №1 – HCl, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; №2 – NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; №3 – Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

$\text{Na}_2\text{CO}_3$ ; №4 –  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{BaCl}_2$ ; №5 –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ . 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 –  $\text{HCl}$ . Вторым компонентом этой смеси, который сосуществует с  $\text{HCl}$ , может быть  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$  или  $\text{BaCl}_2$  (см. п. 1). Логичнее всего начать обнаружение второго компонента с помощью реактива  $\text{NaOH}$ , поскольку этот реактив позволяет из одной пробы обнаружить сразу два вещества –  $\text{ZnCl}_2$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Перенесем несколько капель анализируемого раствора в чистую пробирку и будем по каплям добавлять  $\text{NaOH}$ . Последовательного выпадения и растворения осадка (см. п. 3, *р-ция 5, б*) не наблюдаем, значит, в пробе отсутствует  $\text{ZnCl}_2$ . 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  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Оставшиеся 2 компонента из возможных ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{BaCl}_2$ ) 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  $\text{BaCl}_2$ . Наблюдаем выпадение белого осадка, что говорит о наличии в пробе  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Поэтому в пробирке №1 – **смесь  $\text{HCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$** .

Далее проведем анализ содержимого пробирок №2 и №3 с щелочной реакцией среды. В них могут присутствовать следующие компоненты:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{BaCl}_2$ . Реактив  $\text{BaCl}_2$  позволяет обнаружить сразу два вещества –  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (см. п. 3, *р-ция 1, 3*). Начнем с добавления этого

реактива. Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять  $\text{BaCl}_2$ . В обеих пробирках наблюдаем образование белого осадка. Добавим в смеси по каплям  $\text{HCl}$ . В растворе с осадком из пробирки №3 наблюдается выделение газа, что свидетельствует о присутствии в исходной смеси  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (см. п. 3, р-ция 2), однако осадок полностью не растворяется, даже при добавлении большого избытка  $\text{HCl}$ . Это не может быть  $\text{CaCO}_3$ . Значит в пробирке №3 присутствовал также  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Поэтому в пробирке **№3 – смесь  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$** . В пробирке №2 растворения осадка при добавлении  $\text{HCl}$  также не наблюдается, но нет и выделения газа. Значит, компонентом, давшим осадок с  $\text{BaCl}_2$ , является  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Вторым компонентом, не выказывающим в условиях эксперимента аналитических эффектов, но создающим щелочную реакцию среды, может быть только  $\text{NaOH}$ . Итого, в пробирке **№2 – смесь  $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$** .

Наконец перейдем к анализу растворов в пробирках №4 и №5 со слабокислой реакцией среды. Такую реакцию среды могут дать только смеси, содержащие  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{ZnCl}_2$  и  $\text{BaCl}_2$ . Также, как и в случае пробирки №1, начнем с прибавления  $\text{NaOH}$ , поскольку с помощью этого реактива, как уже было сказано выше, можно обнаружить из одной пробы  $\text{ZnCl}_2$  и  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Перенесем несколько капель анализируемых растворов в чистые пробирки и будем по каплям добавлять  $\text{NaOH}$ . В растворе из пробирки №5 наблюдаем последовательное образование и растворение белого осадка (см. п. 3, р-ции 5, б), что доказывает присутствие  $\text{ZnCl}_2$ . В пробе из пробирки №4 отчетливых видимых изменений не наблюдаем (возможно помутнение раствора из-за присутствия в щелочи карбоната натрия вследствие поглощения из воздуха  $\text{CO}_2$ ). 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  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . 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  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  или  $\text{BaCl}_2$ . Эти вещества, опять же, несложно различить с помощью аналогичных реактивов. Добавление в растворы из пробирок №4 и №5  $\text{BaCl}_2$  приводит к выпадению во втором случае белого осадка (см. п. 3, р-ция 1). Такой же осадок выпадает в растворе №4 только при добавлении  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Окончательно, приходим к выводу, что в пробирке №4 – смесь  $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{BaCl}_2$ , а в пробирке №5 – смесь  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{ZnCl}_2$ .

**Система оценивания:**

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

*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.*