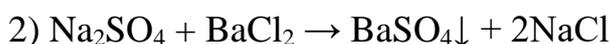
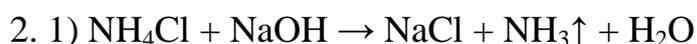


## Десятый класс (авторы: Апяри В.В., Теренин В.И.)

1. Доведем анализируемый раствор в колбе до метки дистиллированной водой и тщательно перемешаем, как указано в задании. Для идентификации неизвестных компонентов посмотрим на указанный в условии ряд веществ. Часть из них (NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) будут реагировать с HCl. Если бы какое-то из них попало в анализируемый раствор, то концентрация HCl поменялась бы существенно и провести количественный анализ методом кислотно-основного титрования было бы практически невозможно.

Из оставшихся веществ (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub>, BaCl<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, NaCl) присутствие или отсутствие NH<sub>4</sub>Cl, ZnCl<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> можно установить путем добавления щелочи. Пипеткой Пастера отберем в чистую пробирку несколько капель анализируемого раствора и будем прибавлять по каплям 0,5 М NaOH, постоянно наблюдая за раствором. Отсутствие выпадения осадка и его последующего растворения говорит об отсутствии ZnCl<sub>2</sub> и Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>. Нагреем раствор в пробирке с избытком щелочи и поднесем к отверстию пробирки влажную индикаторную бумажку. Изменение ее цвета свидетельствует о наличии **NH<sub>4</sub>Cl**.

Вторым компонентом из оставшихся в перечне веществ может быть Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BaCl<sub>2</sub> или NaCl. Отберем в чистую пробирку несколько капель анализируемого раствора и добавим немного раствора BaCl<sub>2</sub>. Выпадение белого осадка свидетельствует о наличии **Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Таким образом, мы установили, какие 2 вещества были добавлены.



3. Сульфат натрия является солью сильной кислоты и сильного основания, и поэтому не подвергается гидролизу и не влияет на концентрацию ионов H<sup>+</sup> в растворе. В отличие от него, NH<sub>4</sub>Cl – это соль слабого основания, поэтому ее гидролиз дает слабокислую реакцию среды. Однако степень протекания процесса невелика, поэтому он не оказывает существенного влияния на результаты титрования с индикатором, изменяющим цвет в

слабокислой среде. Таким индикатором является метиловый оранжевый (область перехода рН 3,1 – 4,4).

4. Для проведения кислотно-основного титрования бюретку через воронку заполняют стандартным раствором NaOH. С помощью пипетки Мора переносят в коническую колбу для титрования аликвотную часть анализируемого раствора кислоты (10,00 мл), добавляют 2 капли индикатора метилового оранжевого и титруют раствором NaOH до изменения окраски раствора из красной в оранжевую.

Для установления точной концентрации кислоты, титрование повторяют до достижения 3 результатов, отличающихся не более чем на 0,1 мл. По этим результатам рассчитывают средний объем титранта, который используют для расчета молярной концентрации кислоты.

Расчет проводят по уравнению реакции:  $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ , исходя из известного объема аликвоты ( $V_a$ , мл), концентрации стандартного раствора NaOH ( $C_{\text{NaOH}}$ , моль/л) и среднего объема затраченного титранта ( $V_{\text{NaOH}}$ , мл), или по формуле  $C_{\text{HCl}} = C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}} / V_a$ .

**Система оценивания:**

1.	Идентификация неизвестных компонентов – 2 вещества по 2 балла	4 балла
2.	Уравнения реакций – 2 уравнения по 1 баллу	2 балла
3.	Объяснение возможности анализа методом кислотно-основного титрования	2 балла

4. а) Точность титрования оценивается, исходя из абсолютной погрешности среднего объема титранта, записанного участником ( $\Delta V$ , мл), то есть разницы между величиной среднего объема титранта, полученной участником, и ожидаемым значением, в соответствии со следующей таблицей:

$\Delta V$ , мл	Баллы
$\leq 0,1$	30
0,1 – 0,2	28
0,2 – 0,3	24
0,3 – 0,4	20
0,4 – 0,5	16

0,5 – 1,0	12
> 1,0	8

б) *Правильность расчета* молярной концентрации кислоты оценивается, исходя из среднего объема титранта, *полученного участником*, безотносительно точности титрования

2 балла

**ИТОГО**

**40 баллов**

Штрафные баллы: В случае, если участнику понадобится дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, его долив (того же варианта) производится в каждом случае со штрафом 2 балла, но не более 8 баллов суммарно.