

## ДЛЯ УЧАСТНИКОВ

### 10 КЛАСС

Гидроксид натрия NaOH поглощает углекислый газ из воздуха и с течением времени превращается в карбонат натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. По этой причине определение гидроксида натрия и карбоната натрия при их совместном присутствии играет важную роль при контроле чистоты препаратов едкого натра.

Один из способов количественного определения гидроксида натрия и карбоната натрия при их совместном присутствии основан на использовании метода кислотно-основного титрования в водном растворе. Данный метод химического анализа заключается в постепенном прибавлении раствора сильной кислоты или сильного основания с точно известной концентрацией к фиксированному объему (аликвоте) анализируемого раствора. Момент окончания реакции, называемый точкой эквивалентности или точкой стехиометричности, экспериментально фиксируют по изменению окраски кислотно-основных индикаторов, например, метилового оранжевого (интервал перехода окраски метилового оранжевого  $\Delta pH = 3.1 - 4.4$ ) или фенолфталеина (интервал перехода окраски фенолфталеина  $\Delta pH = 8.2 - 10.0$ ).

#### Теоретические задания:

1. Предложите два различных способа приготовления раствора гидроксида натрия NaOH, не содержащего карбонат-ионы.
2. Напишите уравнения реакций, произошедших при титровании карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> стандартным раствором соляной кислоты HCl в присутствии метилового оранжевого и в присутствии фенолфталеина до достижения точки эквивалентности. В каком случае объем соляной кислоты HCl, израсходованный на титрование, будет больше, и во сколько раз?
3. На титрование аликвоты совместного водного раствора NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> объемом  $V_0$  мл в присутствии фенолфталеина затратили  $V_1$  мл стандартного раствора HCl. На титрование другой аликвоты того же раствора NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> объемом  $V_0$  мл в присутствии метилового оранжевого затратили  $V_2$  мл стандартного раствора HCl. Напишите выражения для расчета концентраций (мг/л) NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в исходном растворе.

### **Практическое задание:**

В выданных Вам двух мерных колбах объемом 100.0 мл находятся водные растворы гидроксида натрия NaOH и карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Методом кислотно-основного титрования установите, какое вещество (NaOH или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) находится в каждой из мерных колб, а также рассчитайте массы (г) NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в выданных растворах.

*Примечание: титрование повторяют до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл. Затем полученные результаты усредняют, и используют средний объем раствора соляной кислоты, затраченный на титрование, для дальнейших расчетов.*

### **Реагенты:**

- Соляная кислота HCl, 0.1000 М раствор.
- Индикаторы: метиловый оранжевый, 0.1%-ный водный раствор; фенолфталеин, 0.1%-ный раствор в 60%-ном этаноле.

### **Оборудование:**

- Мерная колба (100.0 мл) – 2 шт.
- Пробка для мерной колбы – 2 шт.
- Пипетка Мора (10.00 мл) – 1 шт.
- Резиновая груша или пипетатор – 1 шт.
- Капельница с дистиллированной водой – 1 шт.
- Капельница с раствором индикатора – 2 шт.
- Коническая колба для титрования (100 мл) – 2 шт.
- Бюретка прямая с краном (25 мл) – 1 шт.
- Стеклянная воронка для бюретки – 1 шт.
- Штатив с «лапками» для двух бюреток – 1 шт.

### **Методика определения:**

Растворы гидроксида натрия NaOH и карбоната натрия Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, полученные в мерных колбах, разбавляют до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая колбы. Бюретку через воронку заполняют раствором соляной кислоты HCl.

**1. Титрование с метиловым оранжевым.** В коническую колбу для титрования объемом 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл раствора NaOH или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, добавляют 2 – 3 капли метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты HCl до изменения окраски раствора из чисто-желтой в персиковую. По бюретке измеряют объем соляной кислоты, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл.

**2. Титрование с фенолфталеином.** В коническую колбу для титрования объемом 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл раствора NaOH или Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, добавляют 2 – 3 капли фенолфталеина и титруют раствором соляной кислоты HCl до полного исчезновения окраски раствора. По бюретке измеряют объем соляной кислоты, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до 0.10 мл. Заполняют бюретку до нулевой отметки и повторяют титрование до получения трех результатов, попарно отличающихся друг от друга не более чем на 0.10 мл.