

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ  
ПО ХИМИИ  
МУНИЦИПАЛЬНЫЙ ЭТАП  
2024-2025 УЧЕБНЫЙ ГОД  
11 КЛАСС практический тур**

Один из способов количественного определения карбоната и гидрокарбоната 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 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  $\Delta pH = 8.2 - 10.0$ ).

**Практическое задание:**

В выданной Вам навеске находится смесь карбоната и гидрокарбоната натрия. Методом кислотно-основного титрования установите массовые доли карбоната и гидрокарбоната натрия в сухой смеси.

**Реактивы:**

навески из карбоната и гидрокарбоната натрия  
стандартизированный 0,1 н раствор HCl;  
капельница с индикатором метиловый оранжевый- 0,1 %;  
индикатор фенолфталеин - 0,1 %;  
дистиллированная вода

**Оборудование:**

мерная колба с пробкой 100 мл, конические колбы для титрования, пипетка Мора 10 мл, бюретка прямая с краном, стакан с носиком с дистиллированной водой, промывалка, стеклянная воронка для бюретки.

**Методика определения:**

Навеску анализируемого образца взвешивают с точностью до 0,01 г и полностью переносят в мерную колбу, растворяют сначала в небольшом количестве воды, перемешивают и доводят раствор до метки дистиллированной водой, закрывают пробкой и тщательно перемешивают, многократно переворачивая колбы.

Бюретку через воронку заполняют 0,1 М раствором соляной кислоты HCl из стандарт титра.

В три колбы для титрования пипеткой отмеривают по 10,00 мл полученного раствора карбоната и гидрокарбоната натрия, прибавляют в каждую колбу по 3-5 капель фенолфталеина. Содержимое первой колбы титруют 0,1М раствором соляной кислоты до почти полного обесцвечивания раствора, запишите объем титранта, потраченного на титрование, затем прибавляют 2-3 капли раствора метилового оранжевого и продолжают титрование до появления оранжевого оттенка в окраске 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 с содержимым оставшихся двух колб. Полученные результаты титрования занесите в таблицу.

По этим результатам рассчитайте средний объем титранта, запишите его и используйте для расчета концентрации солей.

Титрование с фенолфталеином		Титрование с метиловым оранжевым	
V1		V1	
V2		V2	
V3		V3	
V ср. (ф)		V ср. (мо)	

Объем, пошедший на титрование карбоната натрия:  $V(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 2 \cdot V_{\text{ср}}(\text{ф})$

Объем, пошедший на титрование гидрокарбоната натрия:

$$V(\text{NaHCO}_3) = V_{\text{ср}}(\text{мо}) - 2 \cdot V_{\text{ср}}(\text{ф})$$

**Задание 2** Запишите все уравнения взаимодействия компонентов смеси с хлороводородной кислотой. Отметьте, с какими индикаторами проходит каждая из реакций.

**Задание 3** Используя уравнения реакций и данные титрования с разными индикаторами, рассчитайте массы солей, содержащихся в исходной смеси с точностью до двух цифр после запятой по формуле:

**Задание 4** Рассчитайте массовые доли компонентов в смеси:

$$\omega(\text{Na}_2\text{CO}_3) =$$

$$\omega(\text{NaHCO}_3) =$$