

Ф.И.О. участника (полностью)

Экспериментальный тур ВсОШ по химии 2025/2026 уч. года
Региональный этап

Итого за экспериментальный тур: _____ баллов Член жюри: _____ (_____)
подпись _____ Фамилия И.О.

С выставленными баллами согласен (согласна): _____ (_____)
подпись _____ Фамилия И.О. участника

Карбонаты и гидрокарбонаты представляют собой средние и кислые соли угольной кислоты ($K_{a,1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a,2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.8 \cdot 10^{-11}$) соответственно. Они встречаются в природных водах, минералах, технологических растворах, а также используются в аналитической химии, пищевой промышленности и фармацевтике. Одним из наиболее удобных способов определения карбонат- и гидрокарбонат-ионов является кислотно-основное титрование. Данный метод анализа заключается в постепенном прибавлении раствора сильной кислоты или сильного основания с точно известной концентрацией к фиксированному объему анализируемого раствора в присутствии индикатора.

А) Рассчитайте равновесную концентрацию карбонат-ионов в 0.2000 М водном растворе карбоната аммония $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ при pH 9.00. { pH = -lg[H⁺] }

Б) Рассчитайте pH раствора, полученного после растворения 1.05 г NaHCO_3 и 0.53 г Na_2CO_3 в 500.0 мл дегазированной дистиллированной воды. Как называется полученный раствор и какими особыми свойствами он обладает? Рассчитайте интервал значений pH, в котором проявляются эти свойства.

Ф.И.О. участника (полностью) _____

Карбонаты и гидрокарбонаты представляют собой средние и кислые соли угольной кислоты ($K_{a,1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.5 \cdot 10^{-7}$, $K_{a,2}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4.8 \cdot 10^{-11}$) соответственно. Они встречаются в природных водах, минералах, технологических растворах, а также используются в аналитической химии, пищевой промышленности и фармацевтике. Одним из наиболее удобных способов определения карбонат- и гидрокарбонат-ионов является кислотно-основное титрование. Данный метод анализа заключается в постепенном прибавлении раствора сильной кислоты или сильного основания с точно известной концентрацией к фиксированному объему анализируемого раствора в присутствии индикатора.

Экспериментальное задание:

В выданных Вам мерных колбах объемом 100.0 мл находятся водные растворы карбоната натрия Na_2CO_3 и гидрокарбоната натрия NaHCO_3 . Выберите необходимую методику кислотно-основного титрования из числа предложенных и установите, какое вещество (Na_2CO_3 или NaHCO_3) находится в каждой из мерных колб. Рассчитайте массы (г) Na_2CO_3 и NaHCO_3 в выданных растворах.

Необходимые реактивы и лабораторное оборудование:

- соляная кислота HCl , 0.1 М стандартный раствор (~250 мл)
(точная молярная концентрация раствора указана на склянке)
- метиловый оранжевый, 0.1%-ный водный раствор (~20 мл)
- фенолфталеин, 0.1%-ный раствор в 60%-ном этаноле (~20 мл)
- 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.
- промывалка с дистиллированной водой – 1 шт.
- капельница с раствором индикатора – 2 шт.
- коническая колба для титрования (100 мл) – 2 шт.
- бюретка (25 мл) – 1 шт.
- стеклянная воронка для бюретки – 1 шт.
- штатив для титрования – 1 шт.

Методика эксперимента:

Приготовление анализируемых растворов. Растворы карбоната натрия Na_2CO_3 и гидрокарбоната натрия NaHCO_3 , 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 .

Титрование с метиловым оранжевым. В коническую колбу для титрования объемом 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл анализируемого раствора, добавляют 10–15 мл дистиллированной воды, 2–3 капли метилового оранжевого и титруют раствором соляной кислоты до изменения окраски раствора из чисто-желтой в персиковую. По бюретке измеряют объем соляной кислоты, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей 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.

Ф.И.О. участника (полностью) _____

Титрование с фенолфталеином. В коническую колбу для титрования объемом 100 мл помещают пипеткой Мора 10.00 мл анализируемого раствора, добавляют 10–15 мл дистиллированной воды, 2–3 капли фенолфталеина и титруют раствором соляной кислоты до полного исчезновения окраски индикатора. По бюретке измеряют объем соляной кислоты, пошедший на титрование, и записывают его с точностью до сотых долей 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.

В качестве ответа приведите таблицу с указанием формул веществ в каждой из мерных колб, среднего объема титранта, затраченного на титрование аликвоты (10.00 мл) анализируемого раствора в случае титрования с метиловым оранжевым и с фенолфталеином, а также массы солей в мерных колбах:

Мерная колба	Вещество	$V(\text{HCl}) \text{ с м/o, мл}$	$V(\text{HCl}) \text{ с ф/ф, мл}$	$m(\text{соль}), \text{г}$
1				
2				