

Одиннадцатый класс

О важности выбора методики анализа...

Химику Колбочкину необходимо установить содержание индивидуальных веществ в смеси хлорида и нитрата кальция. Общая масса смеси (в пересчете на безводные CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) известна. Для решения данной задачи коллега предложил химику несколько методик титриметрического определения кальция (они даны ниже). Помогите Колбочкину реализовать задуманное наилучшим образом. Для этого выполните следующие **задания**:

1. Из приведенных ниже методик укажите ту, которая заведомо неверна. Обоснуйте Ваш ответ.
2. Из «верных» методик выберите ту, которая, на Ваш взгляд, позволит с наибольшей точностью определить содержание ионов кальция в выданном Вам растворе. Выбор обоснуйте.
3. Запишите в сокращенном ионном виде уравнения реакций, протекающих в ходе реализации выбранной Вами методики.
4. Определите содержание (*ммоль*) ионов кальция в выданном Вам растворе смеси солей. Для этого доведите раствор в мерной колбе дистиллированной водой до метки, закройте пробкой и тщательно перемешайте, многократно переворачивая колбу. Аликвоту 10.00 мл полученного раствора используйте для определения кальция в соответствии с выбранной Вами методикой. Определение повторите до достижения трех результатов титрования, отличающихся не более чем на 0.5 мл. Эти результаты усредните и используйте для расчета содержания ионов кальция.
5. Зная массу смеси солей и содержание кальция, рассчитайте массовую долю CaCl_2 и $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ в смеси.

Реактивы: Na_2CO_3 (0.1 М раствор, точная концентрация указана на склянке), HCl (~ 0.1 М раствор), индикатор: фенолфталеин (0.1 % раствор в 60 % этаноле).

*ВсОШ по химии, региональный этап
2018–2019 учебный год
Задания экспериментального тура*

Оборудование: колба мерная на 100 мл с раствором смеси солей – 1 шт, бюретка на 50 мл с воронкой – 2 шт, пипетка Мора на 10.00 мл – 1 шт, резиновая груша или пипетатор – 1 шт, мерный цилиндр на 25–50 мл – 1 шт, колба коническая для титрования на 200 мл – 2 шт, штатив для титрования на 2 бюретки – 1 шт, колба мерная на 100 мл с воронкой для фильтрования – 1 шт, фильтры бумажные, палочка стеклянная – 1 шт, промывалка с дистиллированной водой.

Методики:

Методика 1

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, 2 капли фенолфталеина и титруют стандартным раствором Na_2CO_3 до появления малиновой окраски.

Методика 2

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют из бюретки 20.0 мл раствора Na_2CO_3 , тщательно перемешивают, добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют соляной кислотой до полного исчезновения окраски.

Методика 3

С помощью пипетки аликвоту 10.00 мл анализируемого раствора помещают в колбу для титрования, добавляют из бюретки 20.0 мл раствора Na_2CO_3 , тщательно перемешивают и фильтруют через бумажный фильтр в чистую мерную колбу, взмучивая суспензию в конической колбе перед каждым добавлением на фильтр. Остатки карбоната кальция смывают со стенок конической колбы 2–3 порциями дистиллированной воды по 10–15 мл каждая на фильтр. Фильтрат количественно переносят из мерной колбы в чистую колбу для титрования. Остатки раствора смывают со стенок мерной колбы 2–3 порциями дистиллированной воды по 10–15 мл каждая в ту же

колбу для титрования. К раствору добавляют 2 капли фенолфталеина и титруют соляной кислотой до полного исчезновения окраски.

Справочная информация:

Интервал перехода (ΔpH) и показатель титрования (pT) фенолфталеина[†]:

ΔpH	pT
8.0–10.0	9

Примерные значения pH 0.1 М растворов веществ:

Вещество	pH
Na_2CO_3	12
NaHCO_3	8
$\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	4

Методика стандартизации HCl

С помощью бюретки в колбу для титрования отмеряют 10.0 мл стандартного раствора Na_2CO_3 , добавляют мерным цилиндром 20 мл дистиллированной воды, 2 капли фенолфталеина и титруют раствором HCl до полного исчезновения окраски. Титрование повторяют до достижения трех результатов, отличающихся не более чем на 0.1 мл. Эти результаты усредняют и используют для расчета точной концентрации HCl.

[†] Интервал перехода – это диапазон pH , в котором происходит постепенное изменение цвета индикатора; показатель титрования – это значение pH , при котором глаз фиксирует изменение цвета индикатора наиболее надежно и титрование прекращают.