Областной этап республиканской химической олимпиады 2025-2026. Практический тур.

11 класс

Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом

(Время выполнения работы 150 минут)

Всего 30 баллов

Жёсткость воды – это показатель, характеризующий содержание в воде ионов кальция и магния. Эти ионы влияют на свойства воды, её качество и возможность применения в быту и промышленности. Для количественной оценки жёсткости используют величину общей жёсткости, выражаемую в ммоль-экв/л. Величина жёсткости может изменяться в широких пределах и определяется источником воды. При жесткости до 4 ммоль-экв/л вода считается мягкой, от 4 до 8 ммоль-экв/л – средней жесткости, от 8 до 12 ммоль-экв/л – жесткой, более 12 – очень жесткой.

Метод определения. Бюретку несколько раз промывают сначала дистиллированной водой, а затем небольшим количеством титранта (~5-10 мл). Бюретка заполняется стандартным раствором ЭДТА, и вытесняется воздух с кончика.

В коническую колбу для титрования объѐмом 250-300 мл отбирают 100 мл анализируемой пробы. В колбу добавляют 10 мл аммиачного буферного раствора и на кончике шпателя небольшое количество сухой индикаторной смеси. Раствор титруют стандартным раствором ЭДТА до перехода вишневой окраски в темно синюю. Нужно подождать 2 минуты и убедиться, что вишневая окраска не возобновляется. Измеряют и записывают объем титранта (V, мл) в лист ответа. Титрование повторяют несколько раз до получения воспроизводимых результатов.

По результатам титрования рассчитайте общую жёсткость воды, выраженную в ммоль-экв/л.

Штрафные баллы: если участнику требуется дополнительное количество реактива или анализируемого раствора, его заполнение (в том же варианте) производится штрафом в 5 баллов в каждом случае.

Лист ответа

колба № = _____

Результаты титрования: : $V_{м.к.}$= _____ ; C(ЭДТА) = _____

Объемы ЭДТА (мл): V_1 =_____ ; V_2 = _____ ; V_3= _____ ;

10 б.

1. Напишите уравнения всех химических реакций, протекающие в ходе титрования (индикатор – $Hind^{2-}$; титрант - Na_2H_2Y).

4 б.

2. Приведите графическую формулу ЭДТА. Наличие каких групп в комплексонах определяет их кислотные свойства и способность образовывать комплексы?

3 б.
(2+1)

3. Объясните, почему при титровании общей жёсткости воды используется буферный раствор с pH = 10.

2 б.

4. ЭДТА и другие хелатообразующие агенты входят в состав многих продуктов, таких как шампуни, мыло, чистящие средства, продукты растительного происхождения, салатные заправки, консервированные продукты и др. Выберите один из таких продуктов и объясните функцию ЭДТА в его составе.

2 б.

5. Приведите уравнение для константы устойчивости (β_{MY}) комплексоната металла (для Mg^{2+} или Ca^{2+});

4 б.

6. Рассчитайте общую жесткость воды в анализируемом образце. Сделайте вывод по полученныи результатам.

5 б.