

Визначення загальної жорсткості

Реагенти: аміачний буферний розчин рН=10
індикатор еріохром чорний в сухій суміші з хлоридом натрію
трилон Б 0,1 н

Посуд: колба конічна 250 см³
циліндр мірний 100 см³
піпетка 5 см³
бюретка для титрування

Хід виконання.

1. Мірним циліндром відбирають 100 см³ досліджуваної води і вносять в колбу.
2. В колбу з пробой води мірною піпеткою вносять 5 см³ аміачного буферного розчину, перемішують.
3. Додають незначну кількість кристаликів еріохром чорного до встановлення червонуватого забарвлення суміші.
4. Пробу титрують розчином трилону Б до зміни кольору на синій.

Розрахунок величини загальної жорсткості:

$$Ж_{\text{заг}} = \frac{V_{\text{трилону}} [\text{см}^3] \cdot C_{\text{трилону}} \left[\frac{\text{г} - \text{екв}}{\text{дм}^3} \right]}{V_{\text{проби}} [\text{см}^3]} \cdot 1000 \left[\frac{\text{мг} - \text{екв}}{\text{г} - \text{екв}} \right], \left[\frac{\text{мг} - \text{екв}}{\text{дм}^3} \right],$$

де $V_{\text{трилону}}$ – об'єм розчину трилону Б, що було витрачено на титрування;
 $V_{\text{проби}}$ – об'єм проби води (рекомендується 100 см³);
 $C_{\text{трилону}}$ – концентрація розчину трилону Б (0,1 г-екв/дм³).

Визначення кальцієвої жорсткості

Реагенти: NaOH розчин 10%
мурексид в сухій суміші з хлоридом натрію
трилон Б 0,1 н

Посуд: колба конічна 250 см³
циліндр мірний 100 см³
піпетка 2 см³
бюретка для титрування

Хід виконання.

1. Мірним циліндром відбирають 100 см³ досліджуваної води і вносять в колбу.
2. В колбу з пробю води мірною піпеткою вносять 2 см³ розчину NaOH, перемішують.
3. Додають незначну кількість кристаликів мурексиду до встановлення малинуватого забарвлення суміші.
4. Пробу титрують розчином трилону Б до зміни кольору на фіолетовий.

Розрахунок величини кальцієвої жорсткості:

$$Ж_{Ca} = \frac{V_{\text{трилону}} [\text{см}^3] \cdot C_{\text{трилону}} [\text{г} - \text{екв} / \text{дм}^3]}{V_{\text{проби}} [\text{см}^3]} \cdot 1000 [\text{мг} - \text{екв} / \text{г} - \text{екв}], [\text{мг} - \text{екв} / \text{дм}^3],$$

де $V_{\text{трилону}}$ – об'єм розчину трилону Б, що було витрачено на титрування;

$V_{\text{проби}}$ – об'єм проби води (рекомендується 100 см³);

$C_{\text{трилону}}$ – концентрація розчину трилону Б (0,1 г-екв/дм³).

Визначення лужності

Реагенти: індикатор метиловий оранжевий
HCl 0,1 н

Посуд: колба конічна 250 см³
циліндр мірний 100 см³
бюретка для титрування

Хід виконання.

1. Мірним циліндром відбирають 100 см³ досліджуваної води і вносять в колбу.
2. Додають кілька краплин метилового оранжевого до встановлення жовтого забарвлення суміші.
3. Пробу титрують розчином HCl до зміни кольору на слабо оранжевий.

Розрахунок величини лужності:

$$Л = \frac{V_{HCl} [см^3] \cdot C_{HCl} \left[\frac{г - экв}{дм^3} \right]}{V_{проби} [см^3]} \cdot 1000 \left[\frac{мг - экв}{г - экв} \right], \left[\frac{мг - экв}{дм^3} \right],$$

де V_{HCl} – об'єм розчину HCl, що було витрачено на титрування;
 $V_{проби}$ – об'єм проби води (рекомендується 100 см³);
 C_{HCl} – концентрація розчину HCl (0,1 г-екв/дм³).

Визначення перманганатної окиснюваності

Реагенти: кислота сірчана 1:3
перманганат натрію 0,01 н
щавлева кислота 0,01 н

Посуд: колба конічна 250 см³
циліндр мірний 100 см³
піпетка 5 см³
піпетка 10 см³
воронка
бюретка

Хід виконання.

1. Мірним циліндром відбирають 100 см³ досліджуваної води і вносять в колбу.
2. В колбу з пробюю води мірною піпеткою вносять 5 см³ сірчаної кислоти, перемішують.
3. Із бюретки в пробу вносять $V_{\text{перм}} = 10 \text{ см}^3$ перманганату калію, перемішують.
4. Колбу накривають воронкою і ставлять на плитку. Пробу кип'ятять продовж 10 хв. від моменту закипання.
5. Знімають колбу з плитки, відкривають.
6. В ще гарячу пробу додають 10 см³ щавлевої кислоти.
7. Одразу титрують перманганатом калію до появи слабо рожевого забарвлення (V_1).
8. Знову додають 10 см³ щавлевої кислоти.
9. Другий раз титрують перманганатом калію до появи стійкого слабо рожевого забарвлення (V_2).

Розрахунок величини перманганатної окиснюваності:

$$O_K = \frac{(V_{\text{перм}} [\text{см}^3] + V_1 [\text{см}^3] - V_2 [\text{см}^3]) \cdot k \cdot e \left[\frac{\text{г}}{\text{г-екв}} \right] \cdot C_{\text{перм}} \left[\frac{\text{г-екв}}{\text{дм}^3} \right] \cdot 1000 \left[\frac{\text{мг}}{\text{г}} \right]; \left[\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right]}{V_{\text{проби}} [\text{см}^3]}$$

де $V_{\text{перм}}$ – об'єм розчину перманганату, що додано до кип'ятіння;
 V_1 – об'єм розчину перманганату, що витрачено на перше титрування;
 V_2 – об'єм розчину перманганату, що витрачено на друге титрування;
 $V_{\text{проби}}$ – об'єм проби води (рекомендується 100 см³);
 $C_{\text{перм}}$ – концентрація розчину перманганату (0,01 г-екв/дм³);
 k – поправочний коефіцієнт, $k = \frac{10}{V_2}$;
 e – молярна маса еквівалента кисню, $e = 8 \text{ г/г-екв}$.

Визначення оптимальної дози коагулянту

Реагенти: коагулянт $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ в розчині 25 мг/см³
індикатор метиловий оранжевий
HCl 0,1 н

Посуд: циліндри градуйовані 250 см³
циліндр мірний 100 см³
колба конічна 250 см³
воронка конічна
склянка 50 см³
мішалка
піпетки градуйовані 1,2, 5 см³
бюретка для титрування

Додатково: фільтрувальний папір

Хід виконання.

1. В циліндри наливають по 100 см³ досліджуваної води.
2. Мірною піпеткою вносять v_k см³ розчину $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
3. Повільно перемішують 10 разів, не захоплюючи повітря.
4. Залишають відстоюватись на 1, 5 години.
5. Обережно, плавним рухом відливають верхній шар (~50 см³) відстоюної води в колбу.
6. Залишок води в циліндрі пропускають крізь паперовий фільтр у мірний циліндр до 100 см³.
7. У першій порції води (в колбі) визначають каламутність на КФК-2 при $\lambda=540$ нм.
8. У фільтрованій воді (в мірному циліндрі) визначають забарвлення на КФК-2 при $\lambda=440$ нм
9. У фільтрованій воді (в мірному циліндрі) визначають рН на іонометрі
10. У фільтрованій воді (в мірному циліндрі) визначають лужність за стандартною методикою.
11. Після закінчення дослідів у всіх циліндрах вносять дані у таблицю результатів.
12. За даними таблиці будують графіки залежностей
$$K = f(D_k) \qquad L = f(D_k)$$
$$Z = f(D_k) \qquad \text{pH} = f(D_k)$$
13. За графіками зміни каламутності і забарвлення визначають оптимальну дозу коагулянту.

Визначення оптимальної дози хлору

Реагенти: хлорна вода 0,1 мг/см³
ацетатний буферний розчин
йодид калію 5%
крохмаль 2%
тіосульфат натрію 0,005 н

Посуд: циліндр мірний 100 см³
колба конічна 250 см³ з гумовою пробкою
піпетки градуйовані 2х5 см³
бюретка для титрування

Хід виконання.

1. Мірним циліндром відбирають 100 см³ досліджуваної води і вносять в колбу.
2. Мірною піпеткою вносять см³ хлорної води і одразу щільно закривають колбу пробкою.
3. Залишають на 30 хвилин.
4. Обережно і швидко вносять у колбу 5 см³ буферного розчину і знову закривають колбу пробкою.
5. Мірною піпеткою вводять у пробу 5 см³ йодиду калію.
6. Додають кілька краплин розчину крохмалю.
7. За появи синього забарвлення пробу титрують розчином тіосульфату до повного знебарвлення.
8. Після закінчення дослідів у всіх пробах результати титрування ($V_{\text{титр}}$) вносять у таблицю результатів.
9. Розраховують величину залишкового хлору для кожної проби і вносять у таблицю.

Розрахунок величини залишкового хлору:

$$Z_{\text{хл}} = \frac{V_{\text{титр}} [\text{см}^3] \cdot C_{\text{титр}} \left[\frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3} \right] \cdot e [\text{мг/ммоль}]}{V_{\text{проби}} [\text{см}^3]}, \left[\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3} \right],$$

де $V_{\text{титр}}$ – об'єм розчину тіосульфату натрію, який витрачено на титрування, см³;

$V_{\text{проби}}$ – об'єм досліджуваної води, взятої на аналіз ($V_{\text{проби}} = 100 \text{ см}^3$);

$C_{\text{титр}}$ – молярна концентрація еквівалента тіосульфату натрію

($C_{\text{титр}} = 5 \text{ ммоль/дм}^3$);

e – молярна маса еквівалента хлору, ($e = 35,5 \text{ мг/ммоль}$).

10. За даними таблиці будують криву хлоропоглинання $Z_{\text{хл}} = f(D_{\text{хл}})$.

11. За графіком визначають оптимальну дозу хлору.