

ТВЕРДІСТЬ ВОДИ

Твердістю називають властивість води, зумовлену наявністю в ній розчинних солей кальцію та магнію. Твердість води коливається у широких межах. Існує чимало типів класифікації води за ступенем її твердості.

Загальна твердість. Визначається сумарною концентрацією іонів кальцію та магнію, являє собою суму карбонатної (тимчасової) та некарбонатної (постійної) твердості.

Карбонатна твердість. Обумовлена наявністю у воді гідрокарбонатів і карбонатів (при рН > 8,3) кальцію та магнію. Цей тип твердості майже повністю усувається під час кип'ятіння води й тому називається тимчасовою твердістю. При нагріванні води гідрокарбонати розпадаються з утворенням вугільної кислоти й випаданням в осад карбонату кальцію та гідроксиду магнію.

Некарбонатна твердість. Обумовлена наявністю кальцієвих та магнієвих солей сильних кислот (сірчаної, азотної та соляної) при кип'ятінні не усувається (постійна твердість).

Одиниці виміру твердості води

У світовій практиці застосовується декілька одиниць твердості, усі вони певною мірою є співвідносними.

Один моль на кубічний метр відповідає масовій концентрації еквівалентів іонів кальцію ($1/2 \text{Ca}^{2+}$) $20,04 \text{ г/м}^3$ та іонів магнію ($1/2 \text{Mg}^{2+}$) $12,153 \text{ г/м}^3$.

Числове значення твердості, виражене в молях на кубічний метр, дорівнює числовому значенню твердості, вираженому в міліграм – еквівалентах на літр (або кубічний дециметр), тобто: $1 \text{ моль/м}^3 = 1 \text{ моль/л} = 1 \text{ мг-екв/л} = 1 \text{ мг-екв/дм}^3$.

Крім того, у зарубіжних країнах широко застосовується такі одиниці твердості, як німецький градус (d° , dH), французький градус (f°), американський градус, ррт CaCO_3 .

Визначення загальної твердості води

- 1) Приготування: пробу (100 мл) води фільтрують
- 2) Визначення концентрації трилону Б:

10 мл $0,05 \text{ н MgSO}_4 \xrightarrow{+ H_2O}$ до 100 мл

5 мл буферного розчину
щіпку індикатора хромоген чорного
Титруємо трилоном Б до зміни забарвлення (винно-червоне \rightarrow синьо-зелене)

$$N = \frac{N_{\text{MgSO}_4} \cdot V_{\text{MgSO}_4}}{V_{\text{Тр.Б}}}$$

- 3) Визначення загальної твердості:

10 мл проби $\xrightarrow{+ H_2O}$ до 100 мл

5 мл буферного розчину
щіпку індикатора хромоген чорного
Титруємо трилоном Б до зміни забарвлення (винно-червоне \rightarrow синьо-зелене)

- 4) розрахунок загальної твердості проводять за формулою:

$$X = \frac{V_{\text{од.А}} \cdot N_{\text{од.А}} \cdot 1000}{V_{\text{д.і.а.е}}}$$

Завдання для самоконтролю та задачі

1. Що таке твердість води?
2. Види твердості води.
3. Усунення твердості води, його необхідність?
4. Способи пом'якшення води.
5. Чому неможна усунути повністю карбонатну твердість води?
6. Які ви знаєте різновиди карбонатної твердості води? Як їх визначають? Назвіть метод титрування, індикатори, зміну забарвлення у кінцевій точці титрування.
7. Назвіть межі різної твердості води.
8. У яких одиницях вимірюють твердість води?
9. Якими методами і в яких умовах визначають загальну твердість води?
10. Охарактеризуйте комплексонометричне визначення загальної твердості води.
11. Запишіть розрахункові формули для визначення різних видів твердості.
12. Яку масу металічного цинку (99,99%) слід взяти для приготування 100 мл розчину, щоб на титрування 20,00 мл цього розчину було витрачено 20,00 мл 0,2000 М розчину ЕДТА? (1,31 г)
13. Розчин досліджуваної проби розвели водою до 100 мл. На титрування 20,00 мл аліквоти з еріохром чорним Т було витрачено 18,45 мл 0,01020 М розчину ЕДТА, а на титрування такої ж аліквоти з мурексидом витрачено 8,22 мл розчину ЕДТА. Яка маса Са і Mg міститься у досліджуваній пробі? (0,0168 г Са; 0,0127 г Mg)

Тести для самоконтролю

- 1. Для визначення загальної твердості води використовують:**
 - а) меркуриметричне титрування;
 - б) метод Фаянса;
 - в) йодометричне титрування;
 - г) комплексонометричне титрування;
 - д) перманганатометричне титрування.
- 2. Кількісний вміст кальцій (II) хлориду визначають методом прямого комплексонометричного титрування. Вибрати індикатор для фіксування точки еквівалентності:**
 - а) фенолфталеїн;
 - б) крохмаль;
 - в) еозин;
 - г) метиловий червоний;
 - д) еріохром чорний Т.
- 3. Титрант методу комплексонометрії – розчин трилону Б, утворює з катіонами металів, незалежно від їх валентності комплексні сполуки у співвідношенні:**
 - а) 1 : 2;
 - б) 3 : 1;
 - в) 1 : 3;
 - г) 1 : 1;
 - д) 2 : 1.
- 4. Для кількісного визначення лікарського препарату необхідно приготувати титрант трилон Б приблизної концентрації з подальшою стандартизацією. Указати, розчин якої сполуки використовують у якості стандартного:**
 - а) натрій оксалат;
 - б) натрій сульфат;

- в) щавлеву кислоту;
- г) цинк (II) сульфат;
- д) хлоридну кислоту.

5. Комплексонометричним методом аналізу можна визначити іони:

- а) Ag^+ ;
- б) Na^+ ;
- в) K^+ ;
- г) Zn^{2+} ;
- д) H^+ .

6. При визначенні загальної твердості води застосовується металохромний індикатор еріохром чорний Т. Указати метод титриметричного аналізу, яким проводять визначення:

- а) броматометрія;
- б) аргентометрія;
- в) перманганатометрія;
- г) комплексонометрія;
- д) дихроматометрія.

7. При проведенні кількісного визначення сполук комплексонометричним методом використовують:

- а) редокс-індикатори;
- б) металохромні індикатори;
- в) рН-індикатори;
- г) специфічні індикатори;
- д) адсорбційні індикатори.

8. Комплексонометричне титрування застосовують для контролю твердості води. Загальну твердість води визначають прямим титруванням стандартним розчином трилону Б у присутності індикатора:

- а) дифенілкарбазону;
- б) калій хромату;
- в) флюоресцеїну;
- г) еріохрому чорного Т;
- д) метилоранжу.

9. Указати спосіб титрування, який використовують для комплексонометричного визначення загальної твердості води:

- а) пряме;
- б) зворотне;
- в) замісникове;
- г) перманганатометричне;
- д) алкаліметричне.

10. У методах титриметричного аналізу використовують реакції окиснення-відновлення, комплексоутворення, осадження та нейтралізації. Визначити, яка реакція лежить в основі комплексонометричного визначення загальної твердості води:

- а) окиснення-відновлення;
- б) осадження;
- в) комплексоутворення;
- г) кислотно-основної взаємодії;
- д) гідролізу.

11. Указати, у якому співвідношенні реагує трилон Б з катіонами Al^{3+} при комплексонометричному визначенні:

- а) 2 : 1;

- б) 1 : 2;
- в) 1 : 3;
- г) 1 : 1;
- д) 2 : 3.

12. При комплексонометричному визначенні багатьох неорганічних лікарських засобів, що містять метали, використовують розчин динатрій етилендіамінтетраацетату (трилон Б), який утворює стійкі хелатні сполуки з катіонами металів. Указати, до якого типу лігандів належить трилон Б:

- а) полідентатні;
- б) бідентатні;
- в) монодентатні;
- г) тридентатні;
- д) дидентатні.

13. Вміст магній (II) сульфату в лікарському засобі визначають методом комплексонометричного титрування. Указати, який індикатор необхідно вибрати для фіксування кінцевої точки титрування:

- а) метилоранж;
- б) дифенілкарбазон;
- в) еріохром чорний Т;
- г) фенолфталеїн;
- д) еозин.

14. У методі комплексонометрії у якості титранту використовують:

- а) сульфатну кислоту;
- б) калій дихромат;
- в) натрій тіосульфат;
- г) трилон Б;
- д) аргентум нітрат.

15. Указати, який буферний розчин використовують при проведенні комплексонометричного титрування:

- а) ацетатний;
- б) фосфатний;
- в) амоніачний;
- г) карбонатний;
- д) форміатний.

16. Для визначення загальної твердості води використовують металохромний індикатор еріохром чорний Т. Указати колір розчину у кінцевій точці титрування:

- а) чорний;
- б) червоний;
- в) синій;
- г) рожевий;
- д) фіолетовий.