

ЯКІСНИЙ АНАЛІЗ АНІОНІВ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Тема роботи: реакції аніонів I аналітичної групи.

Мета роботи: вивчити реакції аніонів I аналітичної групи та умови їх виконання.

Методика виконання досліду	Рівняння реакцій	Умови проведення	Спостереження та висновки
ЗАГАЛЬНОАНАЛІТИЧНІ РЕАКЦІЇ АНІОНІВ I ГРУПИ			
<p>Дія групового реагенту: в окремі пробірки налити по 2-3 краплі розчинів солей аніонів I групи і до кожної додати 1-2 краплі розчину барій хлориду BaCl₂ або барій нітрату Ba(NO₃)₂.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • сульфат-іону SO₄²⁻ : $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4\downarrow$ • сульфит-іону SO₃²⁻ : $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{SO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_3\downarrow$ • тиосульфат-іону S₂O₃²⁻ : $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaS}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaS}_2\text{O}_3\downarrow$ • гідрогенортофосфат-іону HPO₄⁻ : $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaHPO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{HPO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaHPO}_4\downarrow$ • тетраборат-іону B₄O₇²⁻ : $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{BaCl}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{BO}_2)_2\downarrow + 2\text{H}_3\text{BO}_3 + 2\text{NaCl}$ $\text{B}_4\text{O}_7^{2-} + \text{Ba}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ba}(\text{BO}_2)_2\downarrow + 2\text{H}_3\text{BO}_3$ • карбонат-іону CO₃²⁻ : $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaCO}_3\downarrow + 2\text{NaCl}$ 	<p>малорозчинні у воді солі, які утворюються (за винятком BaSO₄) розчинні у розведений хлоридній кислоті, тому осадження аніонів I аналітичної групи проводять у нейтральному або слабколужному середовищі</p>	<p>утворюється білий осад</p> <p>утворюється білий осад</p> <p>утворюється осад без кольору</p> <p>утворюється осад без кольору</p> <p>утворюється білий осад</p> <p>утворюється білий осад</p>

	$\text{CO}_3^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaCO}_3 \downarrow$		
Реакції сульфат-іону SO_4^{2-}			
Дія солей Барію: у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить сульфат-іони додати 2-3 краплі розчинів BaCl_2 або $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Дослідити осад BaSO_4 на розчинність у HNO_3 і HCl .	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{SO}_4^{2-} + \text{Ba}^{2+} \rightarrow \text{BaSO}_4 \downarrow$		утворюється білий осад
Реакції сульфит-іонів SO_3^{2-}			
Дія неорганічної кислоти: у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить сульфит-іони додати 2-3 краплі неорганічної кислоти (наприклад, HCl). До отвору пробірки піднести вологий синій лакмусовий папірець.	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ $\text{SO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$		SO_2 має характерний запах; вологий синій лакмусовий папірець червоніє
Дія розчину йоду I_2 (фармакопейна реакція): у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить сульфит-іони, додати 2-3 краплі розчину йоду	$\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI}$ $\text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} - 2\bar{e} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ \text{ окиснення (відновник)}$ <u>$\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{I}^- \text{ відновлення (окисник)}$</u> $\text{I}_2 + \text{SO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^-$		спостерігається знебарвлення розчину йоду
Реакції тіосульфат-іонів $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$			
Дія хлоридної кислоти HCl: у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить тіосульфат-іони додати 3-4 краплі розчину HCl . Через 1-	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3$ $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow + \text{SO}_2 \uparrow$		утворюється осад світло-жовтого кольору

2 хвилини спостерігати аналітичний ефект			
Дія розчину йоду I₂: у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить тіосульфат-іони додати 1-2 краплі розчину йоду I ₂ .	$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} - 2\bar{e} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} \text{ окиснення (відновник)}$ $\underline{\text{I}_2 + 2\bar{e} \rightarrow 2\text{I}^- \text{ відновлення (окисник)}}$ $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$		спостерігається знебарвлення розчину йоду
Дія аргентум (I) нітрату AgNO₃: у пробірку до 2-3 крапель розчину, що містить тіосульфат-іони додати 2-3 краплі розчину AgNO ₃ .	$2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ $2\text{Ag}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow$ $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + 2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-}$		утворюється осад білого кольору, який змінюється на жовтий, потім на коричневий і наприкінці – на чорний
Реакції гідрогенортофосфат-іонів HPO₄⁻			
Дія аргентум (I) нітрату AgNO₃ (фармакопейна реакція): до 2-3 крапель розчину що містить гідрогенфосфат-іони додати 1-2 краплі розчину аргентум(I) нітрату AgNO ₃ .	$3\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{HPO}_4 \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + \text{HNO}_3 + 2\text{NaNO}_3$ $3\text{Ag}^+ + \text{HPO}_4^{2-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4\downarrow + \text{H}^+$		утворюється жовтий осад
Дія розчину магнезійної суміші (MgCl₂, NH₄Cl, NH₃·H₂O): до 2-3 крапель розчину магній хлориду додати по 2 краплі розчинів NH ₄ Cl, NH ₃ ·H ₂ O і краплю розчину NaH ₂ PO ₄ . Одержаний осад	$\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{MgCl}_2 \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow + 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{HPO}_4^{2-} + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{NH}_4\text{Cl}} \text{MgNH}_4\text{PO}_4\downarrow + \text{H}_2\text{O}$		утворюється білий осад

роздивитися під мікроскопом.			
Реакції тетраборат-іону $B_4O_7^{2-}$ та метаборат-іону BO_2^-			
Утворення борно-етилового етеру: у тигель насипати невелику кількість натрій тетраборату $Na_2B_4O_7$, додати по декілька крапель концентрованої сульфатної кислоти H_2SO_4 та етилового спирту C_2H_5OH . Утворену суміш розмішати і обережно підпалити.	$Na_2B_4O_7 + H_2SO_4 + 5H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 4H_3BO_3$ $H_3BO_3 + 3C_2H_5OH \rightarrow (C_2H_5O)_3B + 3H_2O$		спостерігається забарвлення полум'я в зелений колір

САМОСТІЙНА РОБОТА

Методика виконання досліду	Рівняння реакцій	Умови проведення	Спостереження та висновки
РЕАКЦІЇ АНІОНІВ І АНАЛІТИЧНОЇ ГРУПИ			
Реакції ортофосфат-іону PO_4^{3-}			
Дія молібдено-ванадієвого реактиву $NH_4VO_3 + (NH_4)_2MoO_4 + HNO_3$ (фармакопейна реакція): до 7-8 крапель розчину, що містить ортофосфат-іони, додати 10-12 крапель молібдено-ванадієвого реактиву.	$Na_3PO_4 + NH_4VO_3 + 11(NH_4)_2MoO_4 + 22HNO_3 \rightarrow$ $(NH_4)_4[PMo_{11}VO_{40}] \downarrow + 3NaNO_3 + 19NH_4NO_3 + 11H_2O$ $PO_4^{3-} + VO_3^- + 11MoO_4^{2-} + 4NH_4^+ + 22H^+ \rightarrow$ $(NH_4)_4[PMo_{11}VO_{40}] \downarrow + 11H_2O$		утворюється жовтий осад
Реакції карбонат-іонів CO_3^{2-} та гідрогенкарбонат-іонів HCO_3^-			
Дія мінеральних кислот: у пробірку до 3-8 крапель розчину, що містить карбонат-іони додати 7-8 крапель	$Na_2CO_3 + 2HNO_3 \rightarrow H_2O + CO_2 + 2NaNO_3$ $CO_3^{2-} + 2H^+ \rightarrow H_2O + CO_2 \uparrow$ $Ca(OH)_2 + CO_2 \uparrow \rightarrow CaCO_3 \downarrow + H_2O$		спостерігається помутніння вапняної води

<p>розчину 2 М НСІ і швидко закрити пробкою з газовідвідною трубкою. Кінець трубки опустити в пробірку з вапняною водою Ca(OH)₂.</p>			
<p>Дія магній сульфату MgSO₄ (фармакопейна реакція): в одну пробірку налити 3-4 краплі розчину, що містить карбонат-іони, в другу – 3-4 краплі розчину, що містить гідрогенкарбонат-іони. В обидві пробірки додати по 3-4 краплі розчину магній сульфату MgSO₄. Другу пробірку прокип'ятити.</p>	$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{MgCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{CO}_3^{2-} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{MgCO}_3\downarrow$ $2\text{NaHCO}_3 + \text{MgSO}_4 \xrightarrow{t^0} \text{MgCO}_3\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$ $2\text{HCO}_3^- + \text{Mg}^{2+} \xrightarrow{t^0} \text{MgCO}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2\uparrow$	<p>нагрівання</p>	<p>утворюється білий осад в обох пробірках</p>
<p>Дія фенолфталеїну (фармакопейна реакція): в одну пробірку налити 1-2 краплі розчину що містить карбонат-іони, в другу – 1-2 краплі свіжоприготованого розчину, що містить гідрогенкарбонат-іони. В обидві пробірки додати по 1 краплі фенолфталеїну.</p>	<p>Ця реакція дозволяє відрізнити карбонат-іони від гідрогенкарбонат-іонів</p>		<p>розчин, що містить йони CO₃²⁻ при додаванні розчину фенолфталеїну забарвлюється у малиновий колір, а розчин, що містить йони HCO₃⁻, забарвлюється у рожевий колір.</p>