

VI. АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

УДК 543.215

О. О. Алхімова, М. М. Більченко

ФОТОМЕТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК КАЛЬЦІЮ, СТРОНЦІЮ, БАРІЮ З МЕТАЛОІНДИКАТОРАМИ

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка

Стаття присвячена дослідженню фотометричних властивостей комплексних сполук Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} з металоіндикаторами: еріохром чорний Т, магнезон І, алізарин-комплексон. Розглядаються можливості використання металоіндикаторів як фотореагентів для визначення йонів металів у фотоколориметрії.

Ключові слова: фототокolorиметрія, комплексонометричні індикатори (металоіндикатори), комплексні сполуки, світлопоглинання, фотометричні властивості, йонна сила, рН.

Вступ. Одним із напрямів досліджень в аналітичній хімії є вивчення властивостей металохромних індикаторів (металоіндикаторів), які застосовуються для визначення катіонів металів у водних розчинах [1, 2, 3].

Металохромні індикатори – органічні речовини, які здатні утворювати у водних розчинах з катіонами металів забарвлені внутрішньокмплесні сполуки, що обумовлює їх широке застосування у хімічному аналізі. Металоіндикатори одночасно є кислотно-основними індикаторами, вони змінюють своє забарвлення у визначених межах рН, а також є чутливими до певної концентрації йонів металів. Переваги застосування металоіндикаторів: чітка зміна забарвлення спостерігається при концентрації індикатора порядку $10^{-6} \div 10^{-5}$ моль/л; забарвлення комплексних сполук металів з металоіндикаторами є досить інтенсивним; реакції комплексоутворення за їх участі є високочутливими.

На сьогодні детально не вивчений процес комплексоутворення між йонами металу та металоіндикатором з утворенням комплексної сполуки з характерними оптичними властивостями, оптимальними для її ідентифікації методами фотометрії. Не визначені кількісні характеристики даних комплексних сполук (константа нестійкості, ступінь дисоціації), недостатньо досліджено вплив фізико-хімічних факторів (йонна сила, рН) на їх фотометричні властивості.

На основі отриманих даних про фотометричні властивості та константи нестійкості комплексних сполук металів з металоіндикаторами можна

розробити нові методики кількісного високочутливого визначення йонів металів у водних розчинах.

Мета роботи. Вивчити фотометричні властивості комплексних сполук Кальцію, Стронцію, Барію з металоіндикаторами та встановити їх кількісні характеристики.

Матеріали та методи досліджень. У дослідженні використані металоіндикатори: еріохром чорний Т, магнезон І, алізарин-комплексон; хлориди Кальцію, Стронцію, Барію. Еріохром чорний Т є азобарвником, магнезон І – кислотнo-основний індикатор, алізарин-комплексон належить до оксихінонів [4]. Експериментальні методи дослідження: фотоколориметрія (КФК -2МП), потенціометрія (зВ-74), неорганічний синтез.

Результати та їх обговорення. Зміна забарвлення індикаторів пов'язана з процесом таутомерії органічних молекул, що містять одну або декілька хромофорних груп [3].

У комплексонометрії застосовують металоіндикатори, що відповідають певним вимогам: в його молекулі має бути функціонально-аналітична група, яка забезпечує кольорову реакцію з йонами металу і аналітично-активна група, яка обумовлює розчинність у воді як індикатора, так і його комплексної сполуки. Комплексні сполуки йонів металу з металоіндикаторами характеризуються певною стійкістю, яка оцінюється величиною константи стійкості.

Для встановлення констант нестійкості комплексних сполук металів з металоіндикаторами використовують методи Комаря, Адамовича, метод насичення кривої, металоіндикаторний метод Бабка [4]. Слід зазначити, що кількісні характеристики рівноважних процесів у кислотнo-лужно-сольових розчинах металоіндикаторів вивчена недостатньо, що є предметом сучасних досліджень.

Для встановлення λ_{\max} , досліджено залежність оптичної густини розчинів металоіндикаторів від λ та побудовані графічні залежності в координатах $A - \lambda$, рис.1.

Максимальне світлопоглинання досліджених розчинів металоіндикаторів знаходиться в інтервалі $\lambda = 540 \div 560$ нм.

Для встановлення стійкості розчинів металоіндикаторів було проведено вимірювання оптичної густини робочих розчинів через 24 год. Визначено, що оптична густина розчинів металоіндикаторів зменшилась, але в межах похибки вимірювання.

Як відомо, металоіндикатори здатні утворювати комплексні сполуки з катіонами металів із зарядами (2+) і (3+) [5].

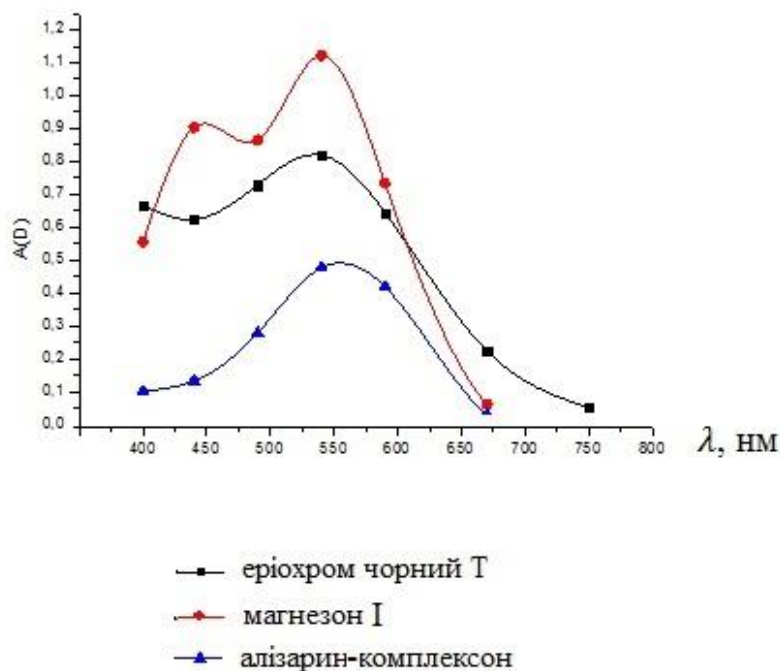


Рис. 1. Залежність оптичної густини робочих розчинів металоіндикаторів від довжини хвилі

з магнезон І при $\lambda=440$ нм, з алі-зарин-комплексом – при $\lambda=540$ нм.

Для встановлення оптимальних умов фотометрування нами досліджена залежність оптичної густини комплексних сполук Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} з металоіндикаторами від рН і йонної сили розчину.

Встановлено, що інтенсивність аналітичного сигналу залежить від рН розчину, максимум поглинання спостерігається при рН = 10 – 13.

Вплив йонної сили розчину на величину оптичної густини, в інтервалі $I = 0,4 - 1,2$ має прямо пропорційну залежність $y = a + bx$, проте є незначним і може бути врахованим.

Нами визначено мінімальні концентрації Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} (нижню межу визначення), за якої виконується основний закон світлопоглинання (ОЗС), $C_{\min} = 10^{-5}$ моль/л.

За методом Бабка розраховані константи нестійкості досліджуваних комплексних сполук [4], (набл. 1).

Висновки. Досліджено спектри поглинання металоіндикаторів еріохром чорний Т, магнезон І, алізарин комплексон і комплексних сполук цих металоіндикаторів з Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} . Максимальне світлопоглинання комплексних сполук Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} з еріохром чорним Т відбувається при $\lambda=540$ нм, з магнезон І при $\lambda=440$ нм, з алізарин-комплексом – при $\lambda=540$ нм. Концентраційна залежність оптичної густини свідчить про виконання ОЗС у визначенні мікрокількостей Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} у водних розчинах їх солей.

Таблиця 1

**Константи нестійкості комплексних сполук Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}
з металоіндикаторами**

Комплексна сполука	Константа нестійкості
Sr^{2+} з еріохром чорним Т	$1,5 \cdot 10^{-4}$
Ca^{2+} з магнезон І	$4,2 \cdot 10^{-5}$
Sr^{2+} з магнезон І	$1,7 \cdot 10^{-6}$
Ba^{2+} з магнезон І	$3,5 \cdot 10^{-6}$
Sr^{2+} з алізарин комплексом	$9,5 \cdot 10^{-6}$

Визначено константи нестійкості комплексних сполук з металоіндикаторами. Значення констант нестійкості свідчать, що комплексні сполуки є малостійкими. Отримані результати можуть бути використані для розробки нових високочутливих методик визначення йонів металів методом фотоколориметрії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бишоп Э. Индикаторы / Э. Бишоп. – М. : Мир, 1976. – 496 с. 2. Більченко М. М. Фотометричні властивості комплексометричних індикаторів / М. М. Більченко, О. А. Коленченко, І. М. Фесенко. – Суми : Вид-во Сумського державного університету імені А. С. Макаренка, 2012. – 275 с. 3. Петрухин О. М. Аналитическая химия. Химические методы анализа / О. М. Петрухин. – М. : Химия, 1992. – 400 с. 4. Булатов М. И. Практическое руководство по фотометрическим методам анализа / М. И. Булатов. – Л. : Химия, 1986. – 432 с. 5. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1971. – 456 с.

РЕЗЮМЕ

Е. О. Алхимова, М. Н. Бильченко. Количественная характеристика комплексных соединений металлов кальция, стронция, бария с металоиндикаторами

Статья посвящена исследованию фотометрических свойств комплексных соединений Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} и металоиндикаторов: эриохром черный Т, магнезон I, алізарин-комплексон. Рассматриваются возможности использования металоиндикаторов как фотореагентов для определения ионов металлов в фотоколориметрии.

Ключевые слова: фотометрический метод анализа, комплексометрические индикаторы (металоиндикаторы), комплексные соединения, светопоглощение, фотометрические свойства, ионная сила, pH.

SUMMARY

O. O. Alkhimova, M. M. Bilchenko. Quantitative description of complex metal compounds of calcium, strontium, barium with metalloinvest

The article is devoted to the study of the photometric properties of metalloinvest that form of Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} complex compounds, namely: eriochrome black T, magneson I, alizarin-complexone. Deals with the use of metalinjection as photorealists for the determination of metal ions in the photometric method of analysis.

Keywords: photometric analysis method, complexometrically indicators (metallihistory), complex compounds, light absorption, optical properties, ionic strength, pH.