

М.Й. Штокало
С.С. Костенко
Г.М. Біла

Аналітична ХІМІЯ

**Метал-індикаторний
метод дослідження
комплексів у розчині**

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

М.Й. Штокало, Є.Є. Костенко, Г.М.Біла

АНАЛІТИЧНА ХІМІЯ

**МЕТАЛ-ІНДИКАТОРНИЙ МЕТОД
ДОСЛІДЖЕННЯ КОМПЛЕКСІВ У РОЗЧИНІ**

Навчальний посібник

Київ НУХТ 2010

УДК 543.422 (075)

Автори: **М.Й.Штокало**, доктор хімічних наук,
Є.Є.Костенко, **Г.М.Біла**, кандидати хімічних наук

Рецензенти: **В.В.Сухан**, доктор хімічних наук, професор кафедри аналітичної хімії Київського національного університету ім. Тараса Шевченка;

В.А.Копілевич, доктор хімічних наук, професор кафедри аналітичної і біонеорганічної хімії та якості води Національного аграрного університету

Штокало М.Й., **Костенко Є.Є.**, **Біла Г.М.** Аналітична хімія. Метал-індикаторний метод дослідження комплексів у розчині: Навч. посібник. — К.: НУХТ, 2010. — 96 с.

ISBN 978-966-612-092-5

Показано широкі можливості метал-індикаторного методу для вивчення безбарвних комплексів, які широко застосовуються в аналізі для розподілу, маскуванню та визначення мікрокілЬкостей металів.

Для студентів, магістрантів, аспірантів вищих закладів освіти, а також хіміків-аналітиків і викладачів, які застосовують фотометричний аналіз у наукових дослідженнях.

ISBN 978-966-612-092-5

УДК 543.422 (075)

© **М.Й.Штокало**,
Є.Є.Костенко,
Г.М.Біла, 2010
© НУХТ, 2010

ПЕРЕДМОВА

Сучасний розвиток аналітичної хімії характеризується інтенсивним застосуванням комплексних сполук з метою розподілу, концентрування і визначення різних елементів. Успішне розв'язання багатьох хіміко-аналітичних задач можливе лише у разі достатньо повної інформації про склад і фізико-хімічні властивості комплексних іонів, що утворюються у розчині. Найважливішими характеристиками таких іонів є константи їх нестійкості*, які виражають залежність ступеня зв'язування визначуваного елемента в комплекси від концентраційних умов середовища.

Дуже точно визначення констант нестійкості комплексів часто пов'язано з експериментальними труднощами і вимагає значних витрат часу. Особливо це стосується визначення комплексних сполук зі ступенем окиснення +4 і більше, які піддаються у водному розчині сильному гідролізу і виявляють підвищену здатність до утворення гідролітичних поліядерних сполук. Між іншим, для розв'язання конкретних аналітичних задач часто виникає потреба в отриманні ширших, хоча і менш точних даних щодо стійкості комплексних сполук у розчинах. У багатьох випадках хіміко-аналітика цілком задовольняють відомості про відносну стій-

* Із практичних міркувань — зручностей викладення матеріалу та розрахункових варіантів — у роботі користувалися величинами $K_{\text{нест}}$, а не загальноприйнятими оберненими величинами.

Зміст

Передмова	3
Вступ	5
1. Метал-індикаторний метод вивчення комплексів у розчині	7
1.1. Застосування метал-індикаторного методу для вивчення відносної стійкості комплексів, які утворюються різними металами з одним і тим самим лігандом	8
1.2. Розрахунок констант нестійкості комплексів	9
1.3. Застосування метал-індикаторного методу для вивчення відносної стійкості комплексів, утворених різними лігандами та одним і тим самим металом	13
1.3.1. Відносна стійкість деяких комплексів цирконію [3]	18
1.3.2. Відносна стійкість деяких комплексів титану [22]	25
1.3.3. Відносна стійкість деяких комплексів ніобію, танталу та індію	27
2. Визначення складу комплексів	33
2.1. Метод ізомоларних серій з використанням метал-індикаторів	34
2.2. Метод зсуву рівноваги з застосуванням метал-індикаторів [10, 11]	40
3. Розрахунок констант нестійкості комплексів за даними метал-індикаторного методу	48
3.1. Загальна характеристика	48

3.2. Схема розрахунку констант нестійкості комплексів метал-індикаторним методом	51
3.3. Застосування метал-індикаторного методу для вивчення оксалатного комплексу феруму (III)	54
3.4. Екстракційний варіант метал-індикаторного методу	60

4. Комплекси деяких металів із похідними піразоліну	64
4.1. Комплекси цирконію з ДАМ [8, 34]	65
4.1.1. Комплекс цирконію з діантипірил-пропілметаном [24]	74
4.1.2. Комплекс цирконію з пірамідоном [26]	75
4.2. Комплекс гафнію з ДАМ і його гомологами [27]	75
4.3. Комплекс феруму (III) з ДАМ [23]	76
4.4. Комплекси металів із різними комплексотворювальними реагентами	77
4.4.1. Пероксидні комплекси цирконію [28] ..	77
4.4.2. Комплекси Fe(III) з N-(5-метоксипіримідил-2-аміно-карбоніл-N ^I , N ^{II} -діетилентриамідофосфатом (P)) [29]	78
4.4.3. Комплекси титану з триполіфосфатом (ТПФ) [19]	78
4.4.4. Комплекси плюмбуму з дитіопірилметаном [29]	79

Перспективи застосування метал-індикаторного методу	81
--	-----------

Додатки	82
----------------------	-----------

Приблизні завдання дослідницької роботи студентів на тему «Метал-індикаторний метод дослідження комплексів у розчині»	89
--	-----------

Література	90
-------------------------	-----------

Навчальне видання

Штокало Мирослава Йосипівна
Костенко Єлизавета Євгенівна
Біла Галина Миколаївна

Аналітична хімія
Метал-індикаторний метод дослідження
комплексів у розчині

Редактор *Т.П.Хоменко*
Комп'ютерна верстка *Л.В. Різніченко*

Підп. до друку 02.03.10 р. Формат 60 × 84/16.
Папір офс. № 1. Гарнітура SchoolbookAS. Друк офс.
Ум.-друк. арк. 5,58. Обл.-вид. арк. 5,75. Наклад 100 прим.
Вид. № 21/09. Зам. № 117

РВЦ НУХТ 01601 Київ-33, вул. Володимирська, 68
[www. book.nuft.edu.ua](http://www.book.nuft.edu.ua)
Свідощтво про реєстрацію серія ДК № 1786 від 18.05.04 р.