



**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ КОМПЛЕКСНОГО
СОЕДИНЕНИЯ ИОНА Co (II) С 5-ХЛОР-8-ГИДРОКСИХНОЛИНОМ ОТ pH**

Болтаев Нурмухаммад Сууюнович

nur1992yil@gmail.com

Термезский государственный университет

Сууюнов Джаббор Рузибоевич

jabbor.suyunov1991@gmail.com

Термезский государственный университет

Курбонназарова Хусния Камол кизи

qurbonnazarovahusniya@gmail.com

Термезский государственный университет

АННОТАЦИЯ

В данной работе исследованы условия образования комплексного соединения иона Co(II) с реагентом 5-хлор-8-гидроксихинолином методом спектрофотометрии. Изучено влияние pH среды на оптическую плотность образующегося комплекса, определены максимальная длина волны поглощения и оптимальные условия комплексообразования. Установлено, что максимальная оптическая плотность наблюдается при $\lambda_{\text{max}} = 480$ нм и pH = 5,0. Исследовано влияние состава буферного раствора на аналитический сигнал, а также определена область подчинения закону Бугера–Ламберта–Бера. Показано, что комплексное соединение характеризуется высокой устойчивостью и может быть использовано для спектрофотометрического определения кобальта в различных объектах анализа.

Ключевые слова: кобальт(II), 5-хлор-8-гидроксихинолин, комплексообразование, спектрофотометрия, оптическая плотность, буферный раствор, pH среды, закон Бугера–Ламберта–Бера, аналитическая химия.

**INVESTIGATION OF THE EFFECT OF PH ON THE OPTICAL DENSITY OF THE
CO(II)–5-CHLORO-8-HYDROXYQUINOLINE COMPLEX**

Boltayev Nurmuhammad Suyunovich

nur1992yil@gmail.com

Termez State University

Suyunov Jabbor Ro'ziboyevich

jabbor.suyunov1991@gmail.com

Termez State University

Qurbonnazarova Husniya Kamol qizi

qurbonnazarovahusniya@gmail.com

Termez State University

ABSTRACT

This study investigates the formation conditions of the Co(II) ion complex with 5-chloro-8-hydroxyquinoline using a spectrophotometric method. The effect of solution pH on the optical density of the formed complex was examined, and the maximum absorption wavelength as well as the optimal complexation conditions were determined. The highest optical density was observed at $\lambda_{\text{max}} = 480$ nm and pH = 5.0. The influence of buffer composition on the analytical signal was also evaluated, and the concentration range obeying the Beer–Lambert law was established. The obtained results demonstrate that the Co(II)–5-chloro-8-hydroxyquinoline complex is sufficiently stable and can be successfully applied for the spectrophotometric determination of cobalt in various analytical samples.



Keywords: cobalt(II), 5-chloro-8-hydroxyquinoline, complex formation, spectrophotometry, optical density, buffer solution, pH, Beer–Lambert law, analytical chemistry.

ВХОД

В настоящее время стремительное развитие науки, техники и промышленности ставит перед аналитической химией важные задачи. Разработка методов выделения и определения токсичных соединений и продуктов их разложения из различных биологических и промышленных объектов является одной из основных проблем аналитической химии. Рост промышленности, техники, атомной энергетики, производства стали, а также развитие сельского хозяйства, медицины и фармацевтики требуют повышения чувствительности аналитических методов до 10^{-5} – 10^{-8} % и выше. Иногда при производстве и использовании сверхчистых веществ возникает необходимость определения очень малых количеств некоторых элементов в составе вещества. Для решения таких задач актуальной задачей является создание недорогих, быстрых физико-химических и физических методов анализа.

Для определения чувствительности реагента 5-Хлор-8-гидроксихнолин были изучены его качественные реакции с различными ионами металлов. Для этого были приготовлены 0,05% стандартный раствор реагента 5-Хлор-8-гидроксихнолин и 200 мкг/мл раствор металла. Для получения комплексного соединения в колбы объемом 25,0 мл добавляли 5,0 мл универсального буферного раствора с различными значениями pH, 0,05%-ный реактив 5-Хлор-8-гидроксихнолин и 1,0 мл раствора ионов рабочих металлов с титром 50 мкг/мл. Наблюдалось изменение цвета образующихся комплексных соединений по отношению к раствору сравнения (раствор, не содержащий ионов металлов). Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Качественные реакции некоторых металлов с реагентом 5-Хлор-8-гидроксихнолин

№	Ионы металлов	Цвет полученного комплексного соединения
1	Ni ²⁺	светло-фиолетовый
2	Cu ²⁺	фиалка
3	Co ²⁺	желтовато-коричневый
4	Cd ²⁺	темно-красный
5	Hg ²⁺	светло-желтый
6	Zn ²⁺	красновато-желтый
7	Mn ²⁺	желтый
8	Ca ²⁺	бесцветный
9	Pb ²⁺	желтый
10	Bi ²⁺	белый осадок
11	Ag ⁺	изменений не наблюдается
12	Fe ³⁺	красный

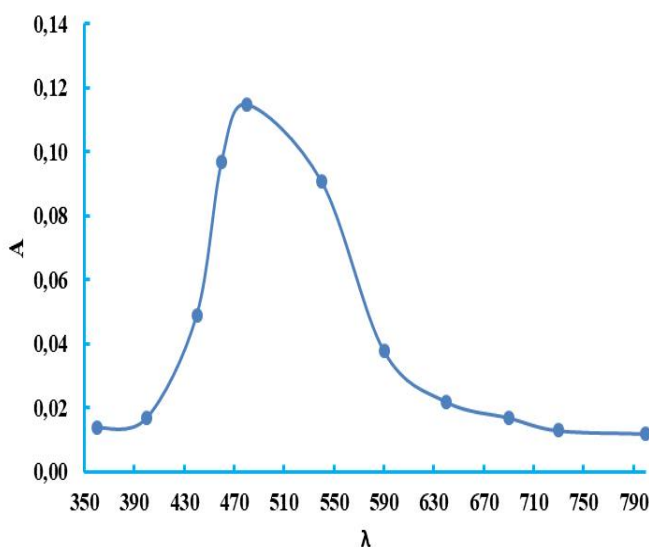
Как видно из результатов, представленных в таблице, установлено, что реагент 5-Хлор-8-гидроксихнолин образует разноцветные комплексные соединения с высокой контрастностью с ионами Fe³⁺, Ni²⁺, Cu²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Co²⁺, Mn²⁺ и Pb²⁺.

Известно, что каждое вещество по своей природе поглощает лучи определенной длины волны. Исходя из этого, наибольшая область поглощения комплекса иона Co (II) с 5-Хлор-8-гидроксихнолином определяется следующим образом.

Метод определения: в мерную колбу емкостью 25 мл до метки колбы добавляют 5,0 мл буферного раствора, 1,0 мл 0,05% раствора 5-Хлор-8-гидроксихнолина, 1,0 мл 40 мкг/мл раствора соли Со (II) и дистиллированной воды. Оптическую плотность полученного комплексного соединения измеряли на спектрофотометре UV-5100 при толщине поглощения света $l=1,0$ см на каждую длину волны. В качестве раствора сравнения использовался свободный раствор (раствор, содержащий все компоненты, кроме иона Со (II)). Результаты измерений приведены в таблице 2 и на рисунке 2.

Таблица 2**Зависимость оптической плотности от длины волны ($n=5$)**

λ , нм	360	400	440	460	480	540	590	640	690	730	800
A	0,0140	0,0170	0,0490	0,0970	0,1150	0,0910	0,0380	0,0220	0,0170	0,0130	0,0120

**Рисунок 1. Зависимость оптической плотности комплексного соединения от длины волны**

Комплексное соединение Со (II) с реагентом 5-Хлор-8-гидроксихнолин продемонстрировало вышеуказанную оптическую плотность при $\lambda_{\text{max}}=480$ нм, последующие работы проводились при $\lambda_{\text{max}}=480$ нм.

Зависимость значения оптической плотности комплексного соединения иона Со (II) с 5-Хлор-8-гидроксихнолином от среды раствора (рН).

Учитывая, что одним из важных условий проведения реакции является ее среда, для выбора оптимальных условий комплексного соединения иона Со (II) с реактивом 5-Хлор-8-гидроксихнолин были приготовлены универсальные буферные растворы с различными значениями рН.

Способ обнаружения: Для этого мерную колбу объемом 25 мл заполняли универсальным буферным раствором с рН от 2,2 до 11,2, 1,0 мл 0,05% раствора реактива 5-Хлор-8-гидроксихнолин и 1,0 мл 40 мкг/мл раствора Со (II), которые разбавляли дистиллированной водой до отметки колбы. Оптическую плотность полученного комплексного соединения измеряли на спектрофотометре УБ-5100 при толщине поглощения



света $l=1,0$ см и длине волны $\lambda_{\max}=480$ нм. Полученные результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 3.

Таблица 3

Зависимость оптической плотности комплексного соединения от pH раствора (n=5).

pH	2,2	3,2	3,8	4,0	4,4	4,9	5,0	5,3	6,0	6,5	7,0	7,8	8,9	10,6	11,2
A	0,045	0,062	0,086	0,101	0,120	0,146	0,150	0,145	0,112	0,089	0,060	0,048	0,037	0,032	0,028

Как видно из таблицы 4 и рисунка 2, наибольшая оптическая плотность комплексного соединения наблюдалась в диапазоне pH=4,9–5,3, и в качестве оптимальной среды было выбрано pH=5,0, так как при этом pH оптическая плотность имеет максимальный аналитический сигнал. В последующих исследованиях использовался универсальный буферный раствор с pH 5,0.

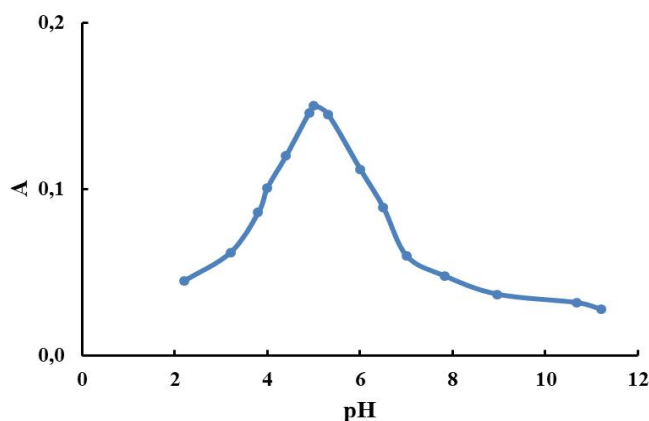


Рисунок 2. График зависимости оптической плотности комплексного соединения от среды раствора

Зависимость образования комплекса иона Co (II) с 5-Хлор-8-гидроксихнолином от состава буферного раствора

Для изучения зависимости состава буферных растворов от компонентов основной реакции были приготовлены универсальные, Na-цитратные и K-фталатные буферные растворы с pH=5,0.

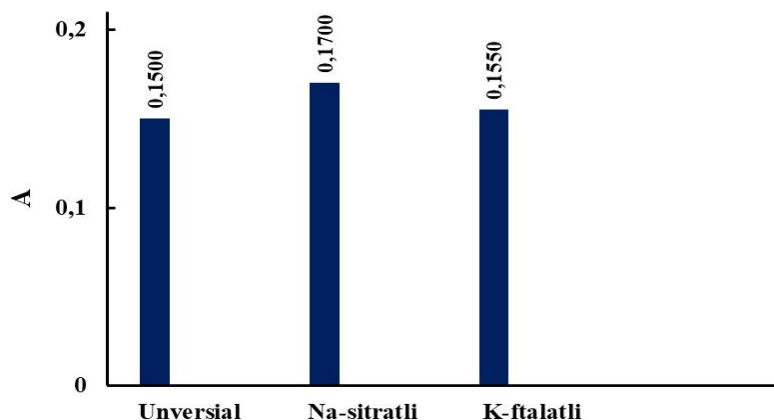
Способ обнаружения: В мерные колбы по 25 мл помещали по 5,0 мл 0,05% раствора 5-Хлор-8-гидроксихнолина, 1,0 мл 30 мкг/мл раствора иона Co (II) из различных буферных растворов с pH=5,0, разбавляли дистиллированной водой до отметки колбы. Оптические плотности измеряли относительно раствора сравнения. Полученные результаты представлены в таблице 4 и на рисунке 2.3.

Таблица 4

Выбор оптимального буферного раствора

Название буферного раствора	Состав буферного раствора	pH	$\bar{A}_{\text{сред.}}$
Универсальный	$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{NaOH}$	5,0	0,1500

Na-цитратный	NaOH-NaH ₂ C ₆ H ₅ O ₇	5,0	0,1700
К-фталатный	NaOH-KHC ₈ H ₄ O ₄	5,0	0,1550



Как видно из результатов, приведенных в таблице 4 и на рисунке 2.3, при использовании Na-цитратного раствора раствор комплексного соединения имеет максимальную оптическую плотность.

Зависимость комплекса иона Co (II) с 5-Хлор-8-гидроксихнолином от количества элемента (подчинение закону Бугера-Ламберта-Бера)

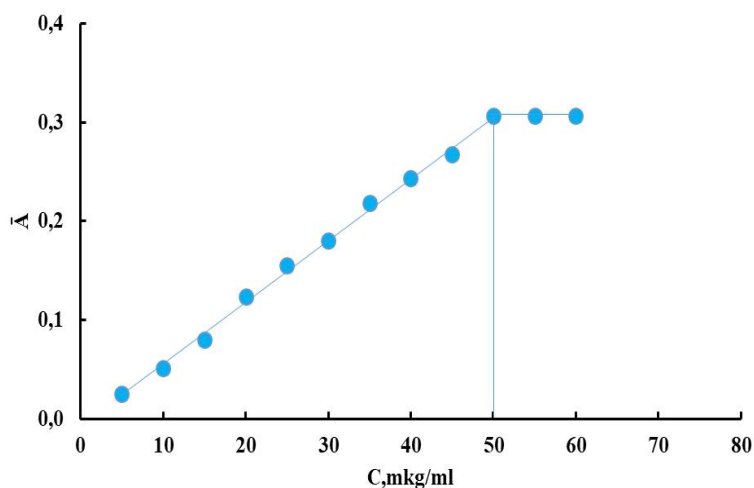
Получено, что раствор комплекса Co (II) с 5-Хлор-8-гидроксихнолином подчиняется закону Бера при выбранных оптимальных условиях.

Способ обнаружения: В мерную колбу объемом 25 мл наливали 10 мкг/мл раствора иона Co (II) в переменном объеме, 1,2 мл 0,05%-ного реактива 5-Хлор-8-гидроксихнолина, 5,0 мл буферного раствора Na-цитрата (pH=5,0) и затем колбу заполняли дистиллированной водой до отметки. Оптическую плотность полученного комплексного соединения измеряли на спектрофотометре UV-5100 при толщине поглощения l=1,0 см и длине волны λ_{max}=480 нм. Полученные результаты представлены в таблице 5 и на рисунке 2.4.

Таблица 5

Зависимость оптической плотности комплекса с 3-хлор-8-оксидом от количества добавленного Co (II) (по закону Бугера-Ламберта-Бера) (n=5)

№	Аликвотная часть, мл	Содержание Me в аликвоте, мкг	Co(II)
	0,5	5	0,0254
2	1,0	10	0,0512
3	1,5	15	0,0799
4	2,0	20	0,1234
5	2,5	25	0,1553
6	3,0	30	0,1800
7	3,5	35	0,2180
8	4,0	40	0,2432
9	4,5	45	0,2680
10	5,0	50	0,3067
11	5,5	55	0,3068
12	6,0	60	0,3067



Как видно из полученных результатов, область подчинения закону Бугера-Ламберта-Бера наблюдалась в диапазоне от 5 до 50 мкг в 25 мл раствора. При более высокой концентрации наблюдалось отклонение от прямолинейной зависимости.

Определены оптимальные условия образования цветного комплекса с Со (II) 5-Хлор-8-гидроксихинолином: максимум поглощения ($\lambda_{\text{max}}=480$ нм), среда раствора (pH=5,0), зависимость от состава буфера, область подчинения закону Бугера-Ламберта-Бера (5-50 мкг/25мл), контрастность $\lambda = 80$ нм и чувствительность по Сенделю $Sb.c.=0,00652$ мкг/см². Устойчивость комплексного соединения во времени достаточно постоянна, а оптимальная pH среда образования в слабых кислотных условиях означает избирательное растворимость реагента.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Osman D. et al. The requirement for cobalt in vitamin B12: A paradigm for protein metalation //Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Cell Research. – 2021. – Т. 1868. – №. 1. – С. 1-18.
2. Marie Sych J., Lacroix C., Stevens M. J. A. Vitamin B12–physiology, production and application //Industrial biotechnology of vitamins, biopigments, and antioxidants. – 2016. – С. 129-159.
3. Castellanos-Sinco H. B. et al. Megaloblastic anaemia: Folic acid and vitamin B12 metabolism //Revista Médica Del Hospital General De México. – 2015. – Т. 78. – №. 3. – С. 135-143.
4. Mucha P. et al. Vitamin B12 metabolism: a network of multi-protein mediated processes //International Journal of Molecular Sciences. – 2024. – Т. 25. – №. 15. – С. 8021.
5. Seedad R. et al. Preparation and application of silver nanoparticle capped carbon dots composite as fluorescent probe for cobalt determination in vitamin B12 supplement samples //Microchemical Journal. – 2024. – Т. 201. – С. 1-10.
6. Angelova M. G. et al. Trace element status (iron, zinc, copper, chromium, cobalt, and nickel) in Iron-deficiency Anaemia of children under 3 years //Anemia. – 2014. – Т. 2014. – №. 1. – С. 1-7.
7. Green R., Mitra A. D. Megaloblastic anemias: nutritional and other causes //Medical Clinics. – 2017. – Т. 101. – №. 2. – С. 297-317.
8. Feldman E. L. et al. Diabetic neuropathy //Nature reviews Disease primers. – 2019. – Т. 5. – №. 1. – С. 1-18.
9. Sachdev P. et al. Diagnostic criteria for vascular cognitive disorders: a VASCOG statement //Alzheimer Disease & Associated Disorders. – 2014. – Т. 28. – №. 3. – С. 206-218.



10. Divarova V. et al. Determination of cobalt in the form of an ion associate in vitamin B 12 //Russian Journal of Inorganic Chemistry. – 2018. – T. 63. – C. 974-977.
11. Bhattacharya P. T., Misra S. R., Hussain M. Nutritional aspects of essential trace elements in oral health and disease: an extensive review //Scientifica. – 2016. – T. 2016. – №. 1. – C. 1-15.
12. Jomova K. et al. Essential metals in health and disease //Chemico-biological interactions. – 2022. – T. 367. – C. 1-10.