

УДК 543.422.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ НА ОСНОВЕ ЗАКОНА БУГЕРА– ЛАМБЕРТА–БЕРА

Юрченко М. О., студентка гр. ИХБ-241, II курс, Панькова А. А., студентка гр.
ИХБ-241, II курс

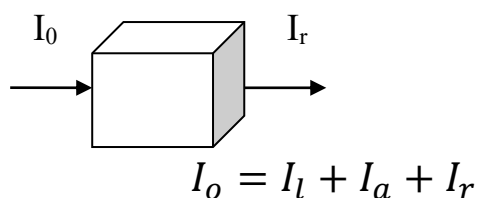
Научный руководитель: Янина Т.И., к.т.н., доцент

Гумённый А.С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

Определение концентрации растворов физическими методами является ключевой задачей не только в аналитической химии, но и в медицине, пищевой промышленности, экологии и энергетике. От точности этого параметра зависят протекание химических процессов и достоверность научных результатов.

Метод количественного анализа с помощью спектрофотометрии, основанный на законе Бугера-Ламберта-Бера, выгодно отличается от других методов быстротой, относительной простотой и неразрушающим характером измерений.



$$-\frac{dI}{dl} = \alpha I \quad \text{или} \quad \frac{dI}{I} = -\alpha dl$$

$$\int_{I_0}^{I_l} \frac{dI}{I} = -\alpha \int_0^l dl, \ln I_l - \ln I_0 = -\alpha l, I_l = I_0 \times e^{-\alpha l}$$

$$I_l = I_0 \times 10^{-kl} \text{ – Закон Бугера-Ламберта}$$

$$\text{Если } k = \frac{1}{l}, \text{ то } \frac{I_l}{I_0} = \frac{1}{10}$$

- II. Закон Бера

Закон: «Поглощение потока электромагнитного излучения прямо пропорционально числу частиц поглощающего вещества, через которое проходит поток этого излучения»

$$k = \varepsilon \times c$$

• III. Объединенный закон

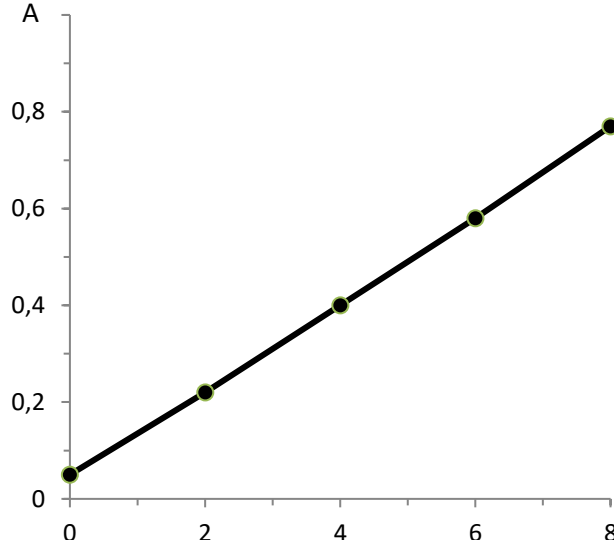
поглощения - закон Бугера-

Ламберта-Бера - основной закон
поглощения

$$I_l = I_o \times 10^{-\varepsilon \times c \times l} \text{ или}$$

$$\lg \frac{I_o}{I_l} = \varepsilon \times c \times l = A -$$

оптическая плотность
поглощающего
вещества



Данный закон устанавливает прямую пропорциональную зависимость между оптической плотностью раствора и концентрацией поглощающего вещества. В исследовании будем опираться на данные показатели.

В работе исследовались растворы сульфата меди(II) различной концентрации. Измерения проводились на спектрофотометре Рис.1.

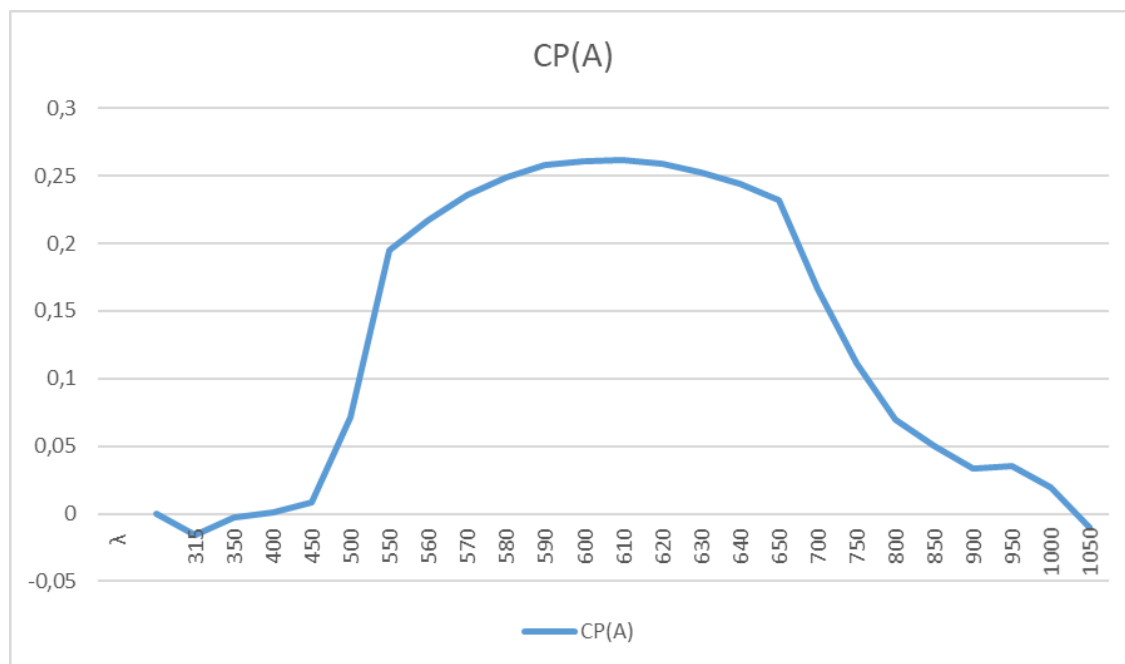
Для каждого раствора определялась длина волны, соответствующая максимуму светопоглощения.

Результаты и их обсуждение

Полученные в ходе эксперимента данные показали значительное расхождение с литературными справочными значениями. Согласно классическим источникам (например, «Физическая химия» П. Аткинса), для аквакомплекса $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ максимум поглощения составляет 790-810 нм. В работе Х.Л. Шлэффера (1962) для чисто аквакомплекса в кислой среде указано значение 810 нм.

В нашем эксперименте максимум поглощения был зафиксирован при 610 нм (см.приложение 1). Такое смещение указывает на присутствие в растворе не аквакомплекса, а тетраамминкомплекса $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$, для которого литературные данные составляют 600-620 нм. Предположительно, следы аммиака попали в раствор из лабораторного воздуха, воды или недостаточно чистой посуды.

График зависимости оптической плотности от длины волны с указанием экспериментального $\lambda(\text{max})=610$ нм.



Таким образом, наблюдаемое расхождение не является ошибкой измерения, а демонстрирует образование нового координационного соединения. Следовательно, необходимо учитывать эту погрешность в методе.

Результаты работы показывают, что небольшие количества примесей способны изменять спектральные характеристики вещества. Это имеет значение для аналитической практики:

1. Калибровочные зависимости, построенные для чистых систем, могут давать не значительную погрешность при анализе реальных образцов;
2. Необходим строгий контроль чистоты посуды;
3. Спектрофотометрический метод может быть использован для быстрой качественной идентификации комплексных форм металлов в растворе.

Рекомендации по минимизации погрешностей

1. Использование контрольных растворов, соответствующих исследуемому по составу, за исключением определяемого компонента.
2. Предварительное сканирование в широком диапазоне длин волн для установления реального максимума поглощения.
3. Контроль кислотности среды (pH), влияющей на форму существования ионов металла.
4. Применение химической маскировки мешающих примесей.
5. Верификация результатов независимым методом (например, титрованием).

Заключение

В ходе работы экспериментально подтверждено, что спектрофотометрическое определение концентрации растворов на основе закона Бугера-Ламберта-Бера требует учёта химической формы анализируемого вещества. Обнаруженное смещение максимума поглощения (610 нм вместо 800-810 нм) обусловлено образованием тетраамминкомплекса меди(II) вследствие присутствия следов аммиака. Полученные результаты подчёркивают, что данный метод можно использовать, как экспресс-тест, что увеличит скорость работы, но для более качественного результата необходимы и другие методы.

Список литературы:

1. Аткинс П., де Паула Дж. Физическая химия. - М.: Мир, 2016.
2. Шлэффер Г.Л., Глиман Г. Координационная химия. - М.: Мир, 1968.
3. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. - М.: Высшая школа, 2004.
4. Schläfer H.L., Gausmann H. The Visible Spectrum of Cupric Ion // Zeitschrift für Physikalische Chemie. 1962. - Vol. 34. - P. 88–94.
5. ГОСТ Р 8.563-2009. Методики выполнения измерений.