Секция «Химия»

Косвенное определение водородного показателя в водном растворе методом цифровой цветометрии

Салимова Алёна Олег гызы
Студент (бакалавр)
Бакинский филиал Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова,
Химический факультет, Баку, Азербайджан
E-mail: alna.salimova26@gmail.com

Водородный показатель является одним из наиболее часто контролируемых при изучении/анализе природных и технологических объектов. Для прямого определения pH используют ионометрию, для косвенного – визуальную цветометрию с кислотно-основными индикаторами. Причём последний метод применяют лишь для грубой полуколичественной оценки pH водных растворов. К преимуществам визуальной цветометрии относят экспрессность, техническую простоту и предельно низкую стоимость, а к ограничениям – очень высокую погрешность результатов определения [2, 3]. Для решения этой проблемы можно использовать цифровую цветометрию – современный метод измерения количественных характеристик цвета с помощью бытовых электронно-оптических средств получения растровых изображений. К его отличительным особенностям следует отнести доступность и достаточно хорошие метрологические характеристики [1].

Цель работы – изучение возможности косвенного цветометрического определения водородного показателя водных растворов с помощью фотокамеры смартфона.
Для серии эквимолярных водных растворов красителя фенолового красного (10^{-4} М) с переменным значением pH 6–10 в кюветах толщиной 1 см получали изображения в нейтральном рассеянном свете электролюминесцентной лампы с помощью фотокамеры смартфона *Xiaomi Mi 9T* (Китай) в трансмиссионном режиме без измерительного бокса. Минимальные чувствительность (ISO 100) и время экспозиции (1/4000 с) обеспечивали широкий диапазон линейности функции отклика и низкий уровень шума КМОП-датчика. Значения яркости цветовых каналов извлекали из изображений с помощью бесплатной программы Irfanview [4] и использовали для вычисления условной оптической плотности растворов, содержащих только протонированную (A_{Hind} | $\lambda_{\max} = 433$ нм), депротонированную (A_{Ind} | $\lambda_{\max} = 558$ нм) и обе форму сразу (A), для зелёного (G) и синего (B) каналов.

При работе в двухканальном режиме нет необходимости строго фиксировать концентрацию красителя. Также установлено, что результаты измерений слабее зависят от флуктуаций яркости источника света, а диапазон линейности градуировочной зависимости шире, чем в одноканальном режиме. Правильность результатов определения водородного показателя подтверждена методом ионометрии. Прецизионность косвенного цветометрического и спектрофотометрического определения pH сопоставима. Для расширения диапазона определяемых значений водородного показателя следует использовать несколько кислотно-основных индикаторов с разными pK_{HInd}.

Источники и литература

1) Апяри В.В., Горбунова М.В., Исаченко А.И., Дмитриенко С.Г., Золотов Ю.А. // Журн. аналит. химии. 2017. Т. 72. № 11. С. 963.
2) Золотов Ю.А., Иванов В.М., Амелин В.Г. Химические тест-методы анализа. М., 2002. 304 с.
3) Иванов В.М., Кузнецова О.В. // Успехи химии. 2001. Т. 70. № 5. С. 411.

4) https://www.irfanview.com/

Иллюстрации

Режим измерений	Градуировочная Зависимость	Диапазон линейности
Одноканальный	$\lg\left[\left(A^G_{HInd} - A^G\right)/\left(A^G - A^G_{Ind}\right)\right] = f(\text{pH})$	$\text{pK}_{HInd} \pm 0.5$
Двухканальный	$\lg\left[\left(A^G A^B_{Ind} - A^B A^G_{Ind}\right)/\left(A^B A^G_{HInd} - A^G A^B_{HInd}\right)\right] = f(\text{pH})$	$\text{pK}_{HInd} \pm 1.0$

Рис. : Результаты обработки данных