



ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Авторы: Р. К. Чернова

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ, группа методов молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ-, видимой и ближней ИК-областях спектра, различающихся техникой измерения аналитич. сигнала в разных диапазонах длин волн; включает визуальную колориметрию, фотоколориметрию, спектрофотометрию. В основе Ф. а. – процесс избират. поглощения электромагнитного излучения молекулами определяемого компонента или его соединения с подходящим реагентом (см. *Фотометрия*). Аналитич. сигналом является оптич. плотность $A = \lg I_0/I$, где I_0 и I – соответственно интенсивности падающего и прошедшего через вещество излучения; характеристикой интенсивности служит величина молярного коэф. поглощения ϵ (обычно ϵ меньше 10^5 л·моль⁻¹·см⁻¹). Зависимость между величиной A , толщиной поглощающего слоя l и молярной концентрацией поглощающего вещества C выражается *Бугера – Ламберта – Бера законом* $A = \epsilon l C$.

Количественный Ф. а. основан на законе Бугера – Ламберта – Бера и принципе аддитивности оптич. плотностей Фирордта. Принцип аддитивности лежит в основе Ф. а. многокомпонентных смесей. С помощью Ф. а. определяют концентрацию веществ 10^{-1} – 10^1 мкг/мл с относит. погрешностью 2–5%. Для снижения относит. погрешности до 0,3–0,5%, особенно при определении осн. компонентов пробы (Cu в бронзах, Si в горных породах и т. п.), применяют вариант дифференциальной фотометрии (раствором сравнения служит раствор с точно известным содержанием определяемого вещества, близким к его содержанию в пробе). Др. приём повышения точности Ф. а., особенно при определении в разбавленных и бесцветных растворах, – фотометрич. титрование. Селективность Ф. а. повышают, применяя высокоселективные фотометрич. реагенты, создавая надлежащие условия проведения реакций (рН, маскирующие вещества и др.), применяя спец. способы преобразования и обработки спектров.

Аппаратура для Ф. а. включает: источник излучения (дейтериевая или водородная лампа в УФ-области; вольфрамовая лампа накаливания или галогеновая лампа – в видимой и ближней ИК-областях); анализатор излучения (светофильтры, монохроматоры, снабжённые призмами или дифракц. решётками); кюветное отделение (кювета для растворов сравнения и для исследуемого раствора); приёмник излучения (фотоэлектронные умножители, фотоэлементы, фоторезисторы); регистрирующее устройство.

Визуальная колориметрия – наиболее старый (известна с нач. 19 в.), дешёвый, экспрессный и наименее точный (относит. погрешность 10–30%) вариант Ф. а. Колориметрический анализ основан на установлении концентрации растворимого окрашенного соединения по интенсивности или оттенку его окраски с использованием простейших приборов – визуальных *колориметров* и *фотометров*. Применяется в агро- и гидрохимич. лабораториях, в тест-методах анализа.

Для фотоколориметрии используют двухлучевые фотоэлектроколориметры, в которых пучок полихроматич. света от лампы накаливания проходит через светофильтры, выделяющие из полихроматич. излучения область шириной 20–30 нм, и призму-делитель светового потока на два, направляемые через кюветы с раствором

сравнения и исследуемым раствором; световые потоки после уравнивания интенсивностей попадают на два приёмника излучения (фотоэлементы). Недостаток фотоэлектроколориметров – отсутствие монохроматора – приводит к потере селективности; достоинства – простота конструкции и высокая чувствительность (относит. погрешность ок. 5%). Новые возможности Ф. а. связаны с появлением оптоволоконных фотометров, позволяющих проводить измерения без стадии пробоотбора и в отсутствие кювет: для получения сигнала достаточно прикосновения прибора непосредственно к образцу (важно при технологич. и экологич. мониторинге).

Для получения полных спектров поглощения в УФ- и видимом диапазоне применяют двухлучевые сканирующие и многоканальные *спектрофотометры*. Использование в последних матричных детекторов из 316 кремниевых диодов позволяет достичь разрешения до 2 нм, значительно сократить время анализа и применить один источник излучения (дейтериевую лампу) во всём спектральном диапазоне (относит. погрешность 0,5–1,4%).

Ф. а. применяют в контрольно-аналитич. лабораториях на предприятиях химич., пищевой, нефтеперерабатывающей пром-сти, в криминалистике, с. х-ве, клинич. анализе, науч. исследованиях. Особое значение имеет Ф. а. для мониторинга окружающей среды и контроля выбросов токсичных веществ. Ф. а. используют для детектирования аналитич. сигнала в хроматографии, кинетич. и проточных методах анализа, капиллярном электрофорезе, а также для исследования химич. равновесий и кинетики реакций в растворах.

Литература

Лит.: Пешкова В. М., Громова М. И. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии. М., 1976; Основы аналитической химии / Под ред. Ю. А. Золотова. 3-е изд. М., 2004. Кн. 2; Вершинин В. И., Власова И. В., Никифорова И. А. Основы аналитической химии. Омск, 2007.