زهره شمالی

چکیده

به تازگی روشی بسیار ساده برای تدریس قانون بیر و طیف جذبی با استفاده از گوشی تلفن همراه ارائه شده که در آزمایشگاه و منزل انجام‌پذیر است. جمع‌آوری و بررسی داده‌ها در این روش به سرعت و سادگی انجام می‌گیرد و با وجود ماهیت ساده آزمایش، به کمک آن می‌توان به نتایج جالبی دست یافت.

کلیدواژه‌ها: قانون بیر، طیف‌بینی جذبی، تلفن همراه

مقدمه

تعیین غلظت اجزای یک مخلوط با استفاده از طیف‌بینی، یکی از برنامه‌های درسی مهم در شیمی است. اما در نتیجه محدود بودن امکانات جذبی بر اساس قانون بیر پرداختن به آن در دبیرستان و دانشگاه با دشواری‌هایی همراه است. با اینکه دستگاه‌های مورد نیاز معمولاً در طراحی، ساده هستند اما ساختار آن‌ها تا حدودی پیچیده است و به استفاده از دیودهای نشرکننده و آشکارسازهای نوری و ... نیازمندند. در سال ۲۰۱۰ اسکیلینگ[1] گزارشی درباره استفاده از دوربین تلفن همراه در طیف‌بینی ارائه کرد. این روش نیازی به استفاده از آشکارسازهای نوری نداشت اما باز هم پیچیده بود. هم اکنون گزارش‌هایی درباره کارایی تلفن همراه برای رنگ‌سنجی و بررسی خاصیت فلوراسانس ارائه شده است. آزمایش‌های ارائه شده بعدها به گونه‌ای ساده شد تا آزمایش قانون بیر در دبیرستان‌ها نیز قابل اجرا باشد. با این حال نباید از دانش‌آموزان انتظار داشت که بتوانند فرایند جذب نور به وسیله نمونه را در طیف‌بینی جذبی توضیح دهند.

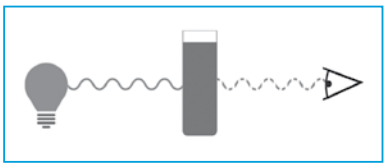
آزمایش ارائه شده در اینجا بررسی قانون بیر را با دوربین تلفن همراه برای دانش‌آموزان امکان‌پذیر می‌کند. روش کار، دستگاهوری، جمع‌آوری و تحلیل داده‌ها نسبت به روش‌های قبلی بسیار ساده‌تر و سریع‌تر شده است. این روش به دانش‌آموزان کمک می‌کند که از دید کمّی و کیفی مفاهیم را توضیح دهند و معادله‌های طیف‌بینی جذبی را بررسی کنند.

نظریه

در طیف‌بینی جذبی، نور به ظرف نمونه می‌تابد و بخشی از آن ـ که از درون نمونه می‌گذرد ـ اندازه‌گیری می‌شود، شکل ۱. مقدار جذب نور ـ که با A نشان داده می‌شود ـ چنین تعریف می‌شود:

$$A = -\log\left[\frac{I}{I_0}\right] \qquad (۱)$$

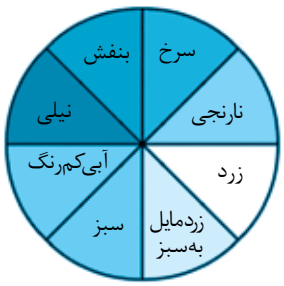
در معادله ۱، I شدت نور عبورکرده از میان نمونه و I_0 شدت نور عبور کرده از میان شاهد است. بهتر است برای تخمین رنگ نوری که اجزای محلول جذب می‌کنند از چرخ نور استفاده شود. برای تعیین رنگ نور جذب شده باید روی چرخ به رنگی که روبروی رنگ محلول قرار دارد، توجه شود. برای نمونه اگر رنگ



شکل ۱ بخشی از نور که به نمونه تابیده است، از آن عبور می‌کند و اندازه‌گیری می‌شود.

محلول سرخ باشد حتماً نور سبز را به خوبی جذب می‌کند. البته پیش‌بینی‌ها با استفاده از این چرخ رنگ دقیق نیست زیرا چشم ما نسبت به همه رنگ‌ها حساسیت یکسانی ندارد.

در محلول‌هایی که به اندازه کافی رقیق هستند مقدار جذب نور



شکل ۲ چرخ نور برای تخمین رنگ نور جذب شده به‌وسیله محلول رنگی.

به صورت خطی به غلظت هر جزء ـ که با c نشان داده می‌شود ـ بستگی دارد:

$$A = \varepsilon bc \qquad (۲)$$

در این معادله ε ضریب جذب مولی و b طول مسیری است که نور منبع از آن می‌گذرد. این معادله به قانون بیر معروف است و از آن برای تعیین غلظت هر یک از اجزای نمونه استفاده می‌شود. برای این کار جذب محلول مجهول،

با جذب مجموعـــه‌ای از محلول‌ها مقایســـه می‌شود که غلظت معلوم دارند. آزمایش ارائه شده در اینجا اندازه‌گیری جذب و بررســـی قانون بیر را با استفاده از یک روش بسیار ساده توضیح می‌دهد. تلفن همراه ـ که در اینجا از آن به تحلیلگر RGB یاد می‌شـــود ـ تعیین مقدار میانگین تصاویـــر را در دوربین ممکن می‌کند یعنی از آن به‌عنوان شناســـاگر نور اســـتفاده می‌شـــود. نور بـــاز تابیده از کاغذهای رنگی یـــا نور حاصل از نمایشگر رایانه، نقش منبع نور را دارد. از لوله آزمایش یا حتی لیوان‌های پلاستیکی شفاف نیز می‌توان به‌عنوان ظرف نمونه استفاده کرد.

روش کار

بـــرای انجام آزمایش در خانـــه می‌توانید از یک جعبه مقوایی به‌عنوان ظرف نمونه استفاده کنید و عبور نور از میان آن را اندازه بگیرید، شکل ۳.

شـــکل ۳ جعبه مقوایی که بخشی از دیواره آن متناسب با ســـلول، برش داده شـــده اســـت. ایـــن بـــرش کمک می‌کند تـــا دوربین تلفن به آشکارســـازی نور عبور کرده از میان نمونـــه بپردازد. کل دیـــواره پشـــتی جعبه هم برداشـــته می‌شـــود تا نور از منبع به نمونه برسد.

۵ محلول با غلظت معلوم (۰/۱ تا ۰/۵ مولار) از $CuSO_4$ تهیه شده است. یک کاغذ ســـرخ رنگ، چنان پشت نمونه قرار داده می‌شـــود که بتوان آن را از میان نمونه دید. بهتر است یادآوری شود که با توجه به چرخ رنگ، نور نارنجی باید به وسیله محلول آبی رنگ $CuSO_4$ جذب شود اما چون دقت چرخ رنگ، تقریبی است محلول $CuSO_4$ نور سرخ را بیشتر از نارنجی جذب می‌کند. برای هدف آموزشی اســـتفاده از کاغذهای رنگی به رنگ سرخ، ســـبز یا آبی (یا منبع نور) کافی است. جعبه به گونه‌ای طراحی شده که نور باز تابیده از کاغذ رنگی می‌تواند از میان نمونه عبور کند و توسط تلفن همراه آشکار شود. وضعیت جعبه نیز در یک جهت در مدت آزمایش حفظ می‌شود.

۱. نرم‌افزار نصب شـــده تحلیل‌گر RGB روی تلفن همراه باز می‌شود.

۲. یک ســـلول را با آب پر می‌کنیم و به‌عنوان شاهد در جعبه نمونه می‌گذاریم. مقدار R یا (I_0) همان نوری اســـت که از میان شاهد عبور می‌کند، شکل ۵ ـ چپ. این مقدار را یادداشت کنید.

۳. به همین ترتیب مقادیر R بـــرای ۵ نمونه با غلظت معلوم $CuSO_4$ تعیین می‌شود، شکل ۵ ـ راست.

۴-جذب هر نمونه را با استفاده از معادله ۱ تعیین کنید.

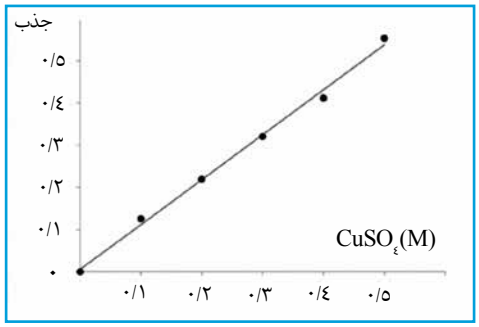
شـــکل ۴ نمایی که تحلیلگر RGB روی تلفن همراه، از محلول شـــاهد (ســـمت چپ) و نمونه نیم مولار مس II ســـولفات (سمت راست) نشان می‌دهد. نرم‌افزار، میانگین مقادیر R ،G و B پیکسل‌ها را در دایرهٔ گوشه سمت راست، پایین هر شکل ثبت می‌کند.

هشدار

مس II ســـولفات دستگاه تنفس را تحریک می‌کند و بلعیدن آن زیان‌آور است.

نتیجه‌گیری

بـــا اســـتفاده از این روش وجـــود رابطه خطـــی میان جذب محلول‌هایـــی از مس II ســـولفات و غلظت آن‌ها نشـــان داده می‌شود، شکل ۵.



شکل ۵

رابطه خطی نســـبت داده شـــده به داده‌هـــای حاصل از چند آزمایـــش مقادیر، $R^2 = ۰.۹۸۵$ یا بیشـــتر را می‌دهد. اگر از نور صفحهٔ نمایشـــگر رایانه به‌عنوان منبع استفاده شود نیز همین نتیجه به‌دســـت می‌آید. ایـــن آزمایش با اســـتفاده از لوله‌های آزمایش یا حتی لیوان پلاســـتیکی شفاف به‌عنوان ظرف نمونه نیز انجام‌پذیر است.

روش کار توضیح داده شده در این مقاله برای معلمان شیمی و در شرایطی که امکانات آزمایشگاهی محدود است، برای توضیح طیف‌بینی جذبی در کلاس، مناســـب به‌نظر می‌رسد. انجام این آزمایش فرصت تجربـــه‌ای عینی را به گونه‌ای چالش‌برانگیز در فضای آموزشی فراهم می‌کند .

*** پی‌نوشت**

1. Scheeline

*** منبع**

J.Chem. Educ. **2016**, 29 Jan.