بیست و هفتمین کنفرانس اپتیک و فوتونیک
ایران و سیزدهمین کنفرانس مهندسی و فناوری
فوتونیک ایران،
دانشگاه سیستان و بلوچستان،
زاهدان، ایران.
۱۴-۱۶ بهمن ۱۳۹۹

کد مقاله : ۱-۱ ۲۵۰-۱۰-A

بررسی وابستگی دمایی تابش فسفرسانس کمپلکس پلاتین پورفیرین

پویا باقری، اسماعیل حیدری*

آزمایشگاه سنسورهای نانوفوتونیکی و اپتوفلویدیک، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

*e.heydari@khu.ac.ir

اکسیژن یکی از نیازهای اصلی بدن انسان و جانداران است و میزان اکسیژن در محیط یکی از فاکتورهای اساسی است. مواد کمپلکس فلزی پورفیرین همچون PtOEPبه طور متداول برای بررسی اپتیکی میزان اکسیژن محیط مورد استفاده قرار می گیرند. این مواد با جذب نور در طول موج‌های خاص تحریک شده و تابش فسفرسانس دارند. در این تحقیق مشاهده می شود که کمپلکس‌فلزی پورفیرین ،مواد حساس به دما هستند و دما یکی از فاکتورهای مهم در تغییر فوتولومینسانس این مواد است. بنابراین تاثیرات دمایی در بازه ۲۳/۲۵ تا ۴۰/۲۵ درجه سانتی گراد بر روی این مواد مورد بررسی قرار می گیرد و با بررسی داده های به دست آمده رفتاری دمایی این ماده به صورت یک تابع نمایی درجه اول به دست می آید.

کلمات کلیدی: دما، پلاتین پورفرین، فسفرسانس، اکسیژن، طیف سنجی

Investigation of Temperature-dependence of Phosphorescence Emission in Platinum Porphyrin

Pooya Bagheri, EsmaeilHeydari

Nanophotonic Sensors and Optofluidics Lab, Faculty of Physics, Kharazmi University

Oxygen is one of the crucial requirements for living creatures, thus measurement ofits concentration is important. The metal porphyrin complex of PtOEP is commonly used to investigate the concentration of oxygen. These materials are excited by the absorption of light and exhibit phosphorescence emission. Here, we observe that the platinum porphyrin complex's emission is temperature-dependent, and the temperature is an essential parameter affecting the phosphorescence. Therefore, the impact of temperature in the range of 23.25°C to 40.25°C on these materials is investigated to demonstrate one-term exponential fitting express the metal complex's depletion behavior.

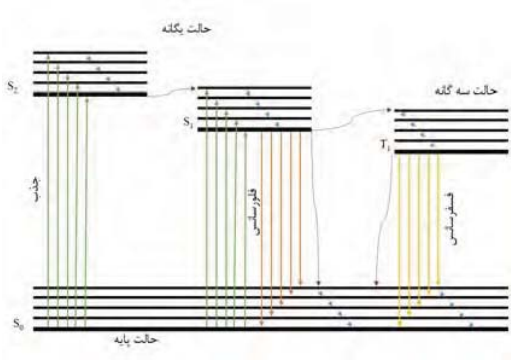
Keywords: Temperature, Platinum Porphyrin, Phosphorescence, Oxygen, Spectroscopy

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.

مقدمه

می دانیم که اکسیژن یکی از حیاتی ترین گاز های مورد نیاز است . اندازه گیری غلظت اکسیژن در کاربرد های پزشکی[۱] ، زیست شناسی و مهندسی بافت[۲] بسیار ضروری است.در سال ۱۹۸۵ روش نوری جدیدی برای اندازه گیری اکسیژن بر اساس خاموش شدن فوتولومینسانس ارائه شد. در شکل۱ که به نمودار جابلونسکی معروف است می توان حالت های انرژی یک مولکول را مشاهده کرد. هنگامی که الکترون در حالت پایه S_0 یک فوتون را جذب می کند تحریک شده و به تراز بالا منتقل می شود. زمان بازگشت به تراز پایه درحدود 10^{-12}ثانیه است که به این فرآیند فروافت گفته می شود. در فرآیند فروافت یک اتم از حالت برانگیخته S_1می تواند به حالت سه گانه T_1 گذار کند. این حالت سه گانه سطح انرژی کمتری نسبت به حالت S_1 دارد.این انتقالاز حالت T_1به S_0ممنوع است و در نتیجه با احتمال کم رخ می دهد.به این نوع تابش فسفرسانس گفته می شود که دارای طول عمردر بازه‌ی 10^{-5} تا ۱۰ ثانیه است.

در کاربردهای اولیه برای این سنجش اکسیژن از کمپلکس‌های هیدروکربن پلی آروماتیک استفاده میشد و اخیرا با استفاده از روتینیوم و کمپلکس‌های پورفیرین پلاتینیوم و پالادیوم این کار صورت می گیرد. که این کمپلکس‌های پورفیرین (Pt ,Pd) پرکاربرد هستن و می‌توان آنها را با منبع های نوری ارزان قیمت مثل ال ای دی‌ها تحریک کرد.[۲] این منابع نوری از منابع لیزری دارای پایداری بیشتری هستند. [۳] این کمپلکس‌های پورفیرین زمانی که در مجاورت مولکول‌های اکسیژن قرار



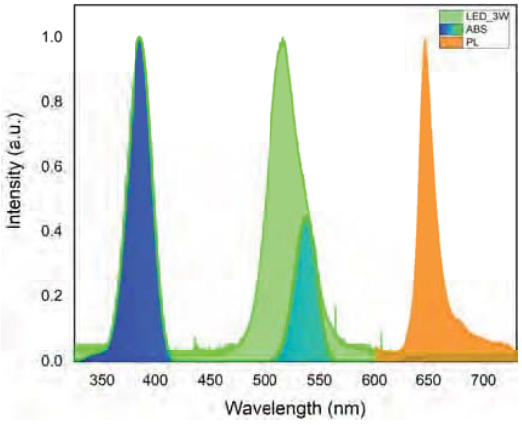
شکل ۱ : نمودار جابلونسکی برای تابش فوتولومینسانس

می‌گیرند به جای این که انرژی حالت برانگیختگی خود را به صورت یک فوتون تابش کنند این انرژی را در برخورد به مولکول‌های اکسیژن منتقل می کنند.[۴] این امر باعث می شود که میزان فسفرسانس کاهش پیدا کند و از بررسی کاهش فسفرسانس و طول عمر با استفاده از قانون استرن- ولمر می توان به غلیظت اکسیژن دست پیدا کرد.[۵] کمپلکس‌های پورفیرین به دما حساس هستند. به این صورت که با افزایش دما میزان بررخورد مولکول ها افزایش پیدا کرده و این امر باعث کاهش فسفرسانس مواد می شود. در این مقاله ما به بررسی این کاهش فسفرسانس نسبت به دما می پردازیم.

مواد و روش

PtOEP (پلاتین اکتا اتیل پورفرین) ساخت شرکت Lumtec به عنوان ماده فسفرسانس و پلی استایرن شرکت Sigma Aldrich به عنوان ماتریس میزبان مورد استفاده قرار گرفت. حلال تولوئن از شرکت مجتمع صنایع شمیایی مجللی خریداری شد.

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.

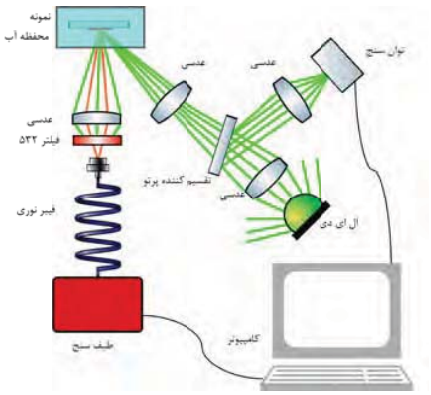


شکل ۲ : طیف جذبی نمونه به رنگ آبی و سبز و طیف نشری ال ای دی با رنگ سبز کمرنگ و فوتولومینسانس را با رنگ نارنجی مشخص شده است

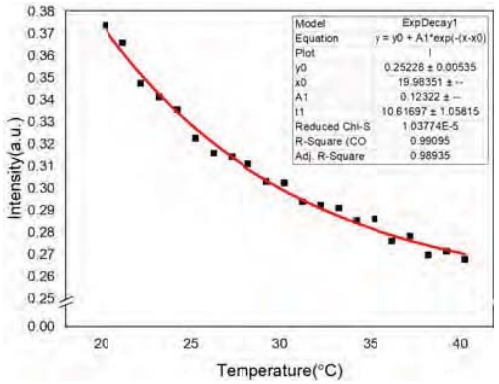
ابتدا ۰/۱گرم از پلی استایرن در ۲ میلی لیتر تولوئن حل شد. سپس ۲ میلی گرم PtOEP به ۲ میلی لیتر تولوئن اضافه شد. برای ساخت نمونه مورد آزمایش از ۱۰۰ میکرو لیتر محلول پلی استایرن و ۵۰۰ میکرولیتر محلول PtOEPبا یک دیگر ترکیب شدن. برای درست کردن نمونه مورد آزمایش آن را روی یک لام ریخته و در آون به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا حلال از ماتریس پلیمری خارج شود. برای اندازه گیری طیف نمونه از طیف سنج تجاری CSS-100 ساخت شرکت Thorlabs و برای اندازه گیری توان از توان سنج Nova II و برای منبع تابش از یک ال ای دی سه وات سبز استفاده شد. برای اندازه گیری اکسیژن مرجع ، اکسیژن‌سنج Hanna مدل ۲۰۴۰ و برای طیف جذبی طیف سنج Analytikjena مدل SPECORD210 به کار گرفته شد.

داده‌ها و نتایج

برای بررسی این ماده ابتدا طیف جذبی آن را با استفاده از دستگاه طیف سنج اندازه گیری شد. که طیف جذبی نمونه در شکل ۲ قابل مشاهده است. این ماده دارای دو بیشینه در طول موج های ۳۸۶ و ۵۳۸ نانومتر است. بنابراین از یک ال ای دی سبز که دارای تابش در بازه طیفی ۴۶۰ تا ۵۹۰ نانومتر است استفاده شد. طیف این منبع نور دارای هم پوشانی با طیف جذبی این ماده است و برای تحریک آن مناسب می باشد. طیف‌های ال ای دی و تابش فسفر سانس کمپلکس فلزی در شکل ۲ قابل مشاهده است. برای بررسی اثر دما بر تابش فسفرسانس این کمپلکس فلزی آن را در محفظه آب با دمای کنترل شده قرار داده. که دمای آن از ۲۳/۲۵ تا ۴۰/۲۵ درجه سانتی‌گراد تغییر می کند. آزمایشی طراحی شد که چیدمان آن را در شکل ۳آورده شده است. در این چیدمان ابتدا نور ال ای دی توسط ترکیب دو عدسی همگرا بر روی نمونه متمرکز می شود برای بررسی تغییرات ال ای دی از یک تقسیم کننده پرتو بین این دو عدسی استفاده شدتا بتوان قسمتی از نور ال ای دی را روی توان‌سنج با استفاده از عدسی که در جلوی توان سنج است کانونی کنیم.



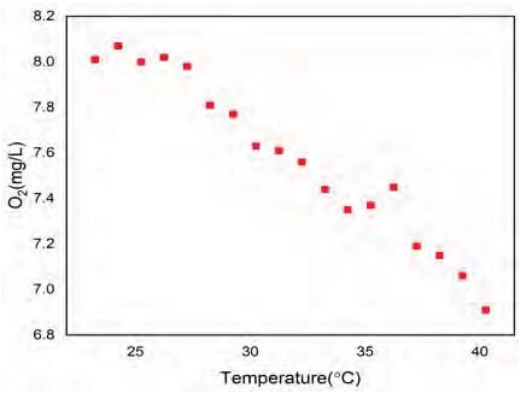
شکل ۳ : چیدمان برسی دما بر تابش فسفرسانس کمپلکس فلزی



شکل ۴ : نمودار برسی دمایی میزان شدت فسفرسانس

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.

تابش فسفرسانس نمونه تحریک شده توسط عدسی جلوی فیبر بر روی فیبر کانونی می شود. یک فیلتر ۵۳۲ نانومتر در مقابل فیبر قرار داده شد است تا از ورود نور ال ای دی به آن جلوگیری شود. این نور توسط فیبر نوری به طیف‌سنج می‌رسد و تجزیه تحلیل و اطلاعات این طیف بر روی کامپیوتر نمایش داده می شود. توان ال ای دی توسط توان‌سنج اندازه‌گیری شده و برای ذخیره داده ها آن ها را



شکل ۵ : نمودار تغییرات اکسیژن بر حسب دما

به کامپیوتر منتقل می کند. میزان اکسیژن محلول در آب را با استفاده از اکسیژن متر اندازگیری شد. طبق نمودار شکل ۴ با افزایش دما میزان شدت فسفرسانس کاهش می‌یابد که با بررسی داده مشاهده می شود که می توان این کاهش دمایی را با یک معادله نمایی درجه اولبرازش کرد. که این تابع دارای R^2 با مقدار ۰/۹۹ است. این کاهش دمایی ناشی از افزایش برخورد اکسیژن با مولکول کمپلکس فلزی است. نمودار تغییرات اکسیژن بر حسب دما در شکل ۵ نشان داده شده است که نشان می دهد با افزایش دما میزان اکسیژن کاهش پیدا می کند.

نتیجه‌گیری

دما اثر مهمی در تابش فوتولومینسانس کمپلکس‌های فلزی دارد که در این آزمایش با تغییر دما در بازه‌ی ۲۳/۲۵ تا ۴۰/۲۵درجه سانتیگراد به بررسی تغییرات آن پرداختیم. مشاهده شد که با افزایش دما شدت لومینسانس به دلیل افزایش جنبش مولکول‌ها و برخورد بین مولکول‌ها اکسیژن و کمپلکس فلزی کاهش می یابد و این تغییرات را می توان با یک تابع نمایی درجه اول برازش کرد.

مرجع‌ها

[1] P.M.Gewehr , D.T.Delpy " Optical oxygen sensor based on phosphorescence lifetime quenching and employing a polymer immobilized metalloporphrinprobe",Medical& Biological Engineering & Computing, Vol. , No. 31, pp. 2-10,1993

[2] A. P. Vollmer, R. F. Probstein, R. Gilbert, T. Thorsen, "Development of an integrated microfluidic platform for dynamic oxygen sensing and delivery in a flowing medium",Lab Chip, Vol., No. 5, pp. 1059-1066, 2005

[3] G. Holst, O. Kohls, I.Klimant, B.Konig, M. Kuhl,T. Richter, "A modular luminescence lifetime imaging system for mapping oxygen distribution in biological samples", Sensors and Actuators B, Vol.,No. 51, pp. 163-170,1998

[4] S. M. Grist, L.Chrostowski, K. C. Cheung,"Optical oxygen sensors for applications in microfluidic cell culture", Sensors, Vol., No. 10, pp. 9286-9316,2010

[5] J. Moore, "Development of enhanced performance luminescence-based optical sensor systems for single-analyte and multi-analyte applications",Dublin City University,2010

این مقاله در صورتی دارای اعتبار است که در سایت www.opsi.ir قابل دسترس باشد.