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 : ۱-۲۴۴۰-۱۰-A

تأثیر محلول کلوئیدی بر روی رفتار اپتیک غیرخطی اِپسیلون بُلو

مرضیه تاجیک،سهیل شریفی،مهدی خزاعی‌نژاد

گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

ssharifi@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده –در این مطالعه، تأثیر نانوساختار کلوئیدی تهیه شده با سورفاکتانت نونیل‌فنل ۶ مول‌اتوکسیله برروی خاصیت غیرخطی رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو، با استفاده ازروبشگر زد، مورد مطالعه قرار گرفته شده است. نانوساختارها از طریق افزایش سورفاکتانت در محلول آبی از رنگینه تهیه شده است. نتایج نشان دهنده آن است که با افزایش میزان غلظت سورفاکتانت که منجر به افزایش تعداد نانومایسل‌ها در محلول می‌شود؛ ضریب جذبِ غیرخطی و ضریب شکستِ غیرخطی کاهش پیدا می‌کند.

کلید واژه- اپتیک غیرخطی،اِپسیلون بُلو،جذب،سورفاکتانت،نشر

The effect of colloidal solution on nonlinear optical behavior of Epsilon Blue

Marzieh Tajik, SoheilSharifi, Mehdi KhazaeiNezhad

Department of Physics, Faculty of Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

ssharifi@ferdowsi.um.ac.ir

Abstract- In this study, the effect of colloidal nanostructure prepared with6 mol ethoxylatednonylphenol surfactant on nonlinear properties of Epsilon blue dye using in z-scan resonant was investigated. Nanostructures are prepared from dyes by increasing surfactants in aqueous solution. The results show that by increasing surfactant concentration which increase the number of nano-micelles in solution, the nonlinear absorption coefficient and nonlinear refractive index are decreased.

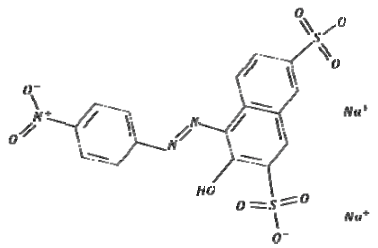
Keywords: Adsorption, Diffusion, Epsilon Blue, Nonlinear Optics, Surfactant.

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

مقدمه

اپتیک غیرخطی توسط فرانکن و همکارانش در سال ۱۹۶۱ بلافاصله بعد از به نمایش در آمدن نحوه‌ی کار اولین لیزر بوسیله مایمن، در سال ۱۹۶۰ بوجود آمد. به طور کلی به مطالعه‌ی برهم‌کنش نور با شدت بالا و ماده، اپتیک غیرخطی می‌گویند[۱]. تولید هماهنگ دوم، هماهنگ سوم، پدیده‌ی جذب دو فوتونی و اشباع از جمله مواردی‌اند که در نتیجه‌ی این پدیده بوجود می‌آیند. در برخی از پدیده‌های غیرخطی، ضریب شکست محیط به صورت تابعی از شدت نورتابشی است.

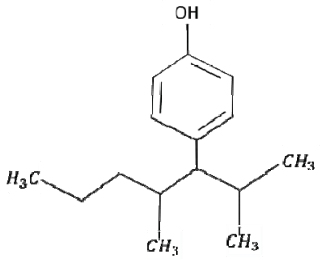
رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو که از خانواده آزو می‌باشد، از جمله ترکیب‌هایی است که خاصیت غیرخطی دارد[۲].



شکل ۱: آرایش مولکولی رنگینه‌ی اپسیلون بلو

با تغییر رنگینه در حلال، می‌توان ضریب جذب و ضریب شکست غیرخطی متفاوتی از رنگینه را اندازه‌گیری کرد[۳].

سورفاکتانت نونیل‌فنل۶مول‌اتوکسیله، با نام تجاری KENON6 در پاک‌کننده‌ها، چربی‌گیرها و شوینده‌های خشک کاربرد دارد. مولکول نونیل‌فنلی به طور متوسط با ۶مولکول اتیلن‌اکساید واکنش داده است که به همین علّت عدد ۶ در سورفاکتانت قرار گرفته است. به لحاظ ظاهری این سورفاکتانت، زرد رنگ و مایع است و دارای جرم مولکولی $۲۷۰/۴۴۷ \, {}^{gr}/_{mol}$ می‌باشد[۴].



شکل۲:آرایش مولکولی سورفاکتانت نونیل فنل۶مول اتوکسیله

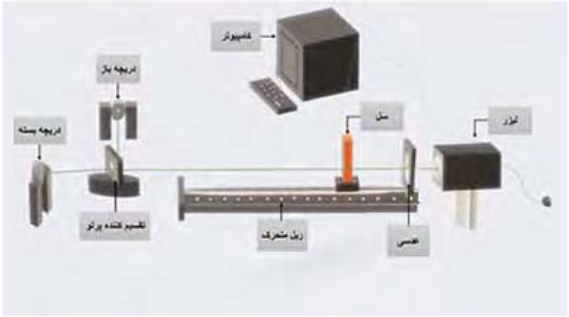
نانوساختارهای کلوئیدی برروی خواص غیرخطی رنگینه تأثیر می‌گذارند.کلوئیدها دارای ظاهری مات و کدر؛ تقریباً حالتی بین محلول و سوسپانسیون است؛ زیرا مانند سوسپانسیون‌ها نور را پراکنده می‌کنند وبه وسیله غشا جدا می‌شوند؛ همچنین مانند محلول‌ها ته‌نشین نمی‌شوند و بدون تغییر از صافی می‌گذرند.

مواد و روش آزمایش

رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو، با دوغلظت ۰/۰۰۹ و ۰/۱ میلی‌مولار و سورفاکتانت نونیل‌فنل۶مول‌اتوکسیله، با دو غلظت ۳میلی مولار و ۴میلی مولار با نسبت ۱/۲ با یکدیگر حل شده است. ضریب جذب غیرخطی و ضریب شکست غیرخطی با استفاده از دستگاه روبشگرزدِ آزمایشگاه اپتیک و لیزرِ دانشگاه فردوسی مشهد اندازه‌گیری شده است. دستگاه روبشگرزد؛ دارای لیزر با طول موج ۵۳۲نانومتر، توان ۸۰ میلی وات، فاصله‌ی کانونی ۵ سانتی‌متر، شعاعِ پرتویِ۱/۴ میکرومتر و طول رایلی ۱/۱ میلی‌متر می‌باشد. در شکل ۳ نمایی از اجزای دستگاه روبشگرزد را می‌توانید مشاهده نمائید. در مرحله دوم، به کمک دستگاهِ طیف‌سنجِ دوپرتویی با مدل 1650UV-Vis که در آزمایشگاه نانویِ دانشگاه فردوسی مشهد واقع شده، استفاده گردید، که قابلیت طیف‌گیری آن با دقت ۰/۱نانومتردر محدوده‌ی ۲۰۰تا ۹۰۰نانومتر می‌باشد. همچنین با استفاده از دستگاه طیف‌سنج فلورسانس Perkin-Elmer، مدل Ls45 واقع در آزمایشگاه نانویِ دانشگاه فردوسی مشهد که دارای لامپ زنون و طول‌موج تحریکی آن با استفاده از توری، تفکیک

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

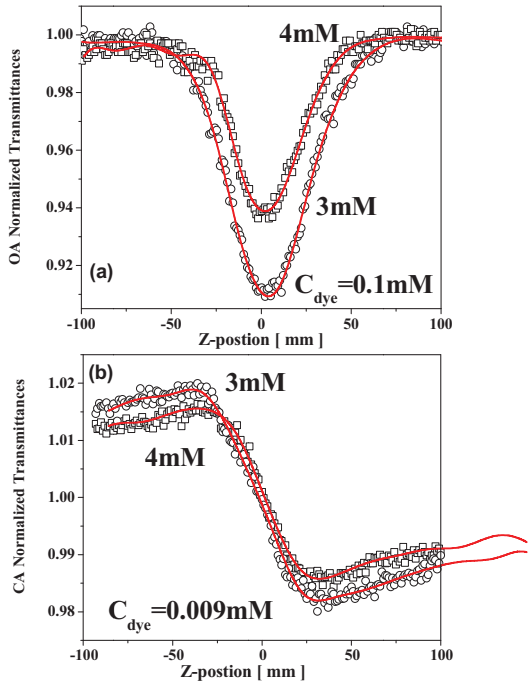
شده است، استفاده گردید که بیشینه‌ی طیف جذب و نشر محلول آبی رنگینه و سورفاکتانت در دمای اتاق ثبت گردیده است.



شکل۳:نمایی از اجزای دستگاه روبشگرزد

نتایج و بحث

شکل۵ به ترتیب،ضریب جذب و ضریب شکست غیرخطی محلول آبی رنگینه با دو غلظت ۰/۰۰۹ و ۰/۱ میلی‌مولار و سورفاکتانت KENON6 با دو غلظت ۳ و ۴ میلی‌مولار را نمایش می‌دهد.



شکل۵:a) نمودار دریچه‌ی باز (ضریب جذب غیرخطی)b) نمودار دریچه‌ی بسته (ضریب شکست غیرخطی) برای رنگینه اِپسیلون بُلو در دو غلظت متفاوت.

با استفاده از رابطه:

$$\Delta T(z)=\frac{q_o}{2\sqrt{2}}\frac{1}{\left[1+\frac{Z^2}{Z_o}\right]} \qquad (۱)$$

که در آن‌مقدار $\Delta T(z)$ شدت عبوری از نمونه در Z، Z_o مقیاس رایلی و q_o عددی ثابت در نظر گرفته می‌شود؛ می‌توان ضریب جذب غیرخطی(β) را محاسبه کرد.

$$q_o=\beta I_o L_{eff} \qquad (۲)$$

قلّه‌ی I_0 (طول موثر)و $L_{eff}=\left(1-e^{-\alpha}\frac{L}{\alpha}\right)$ که‌درآن چگالی تابشی در کانون می‌باشد.

همچنین با استفاده از رابطه‌ی جابجایی فاز:

$$|\Delta\varphi|=\frac{\Delta T_{pv}}{0.406(1-S)^{0.27}} \qquad (۳)$$

که در آن S کسر انتقال یافته باریکه نور از میان روزنه است، می‌توان ضریب شکست غیرخطی را محاسبه کرد[۵]:

$$n_2=\left(\frac{\lambda}{2\pi}\right)\frac{\Delta\varphi_0}{I_0 L_{eff}} \qquad (۴)$$

جدول۱: مقادیر وزنی محلول آبی از رنگینه وسورفاکتنت برای ضریب جذب غیرخطی در غلظت رنگینه ۰/۱ میلی مولار

۳	۷/۵۶۶۳۳
۴	۵/۳۲۴۹۹

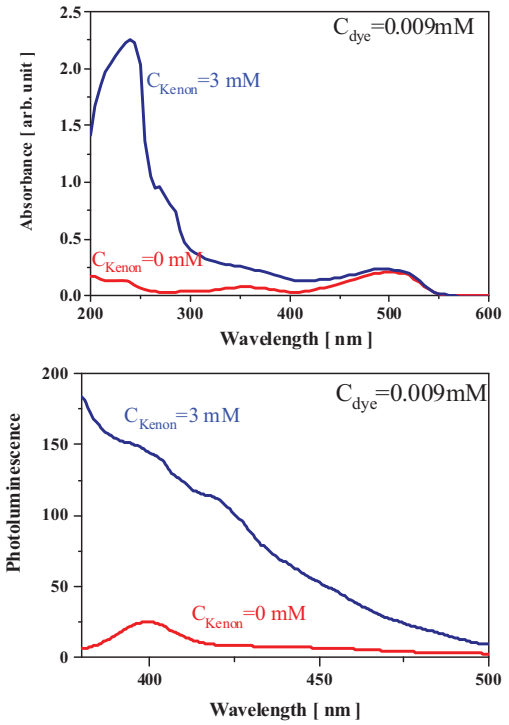
جدول۲: مقادیر وزنی محلول آبی از رنگینه و سورفاکتانت برای ضریب شکست غیرخطی در غلظت رنگینه ۰/۰۰۹ میلی مولار

۳	۳/۴۰۸۸۳
۴	۲/۱۱۸۴۳

در شکل ۶، طیفِ جذب و نشرِ رنگینه یاِپسیلون بُلو با غلظت ۰/۰۰۹ و ۰/۱ میلی مولار در آب و سورفاکتانت

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

KENON6 با غلظت ۳ میلی مولار برای طیفِ جذب و نشر نمایش داده شده است. با توجه به شکل، یک بیشینه‌ی جذب در محدوده ۵۰۰ نانومتر و نشرِ برانگیختگیِ رنگینه در محدوده‌ی ۴۰۰ نانومتر مشاهده شده است.



شکل۶: طیفِ جذب در محدوده‌ی ۵۰۰ نانومترو نشرِ برانگیخته در محدوده ۴۰۰ نانومتر برای رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو در آب با غلظت ۰/۰۰۹ میلی مولار و غلظت‌های متفاوت سورفاکتانت.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش، تأثیر نانوساختارِ کلوئیدی، تهیه شده با سورفاکتانت نونیل‌فنل۶مول‌اتوکسیله برروی خاصیت غیرخطیِ رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو با استفاده ازروبشگر زد بررسی شد. با افزایش میزان غلظت سورفاکتانت، در نتیجه افزایش تعداد نانوساختارها در محلول،ضریب جذبِ غیرخطی و ضریب شکستِ غیرخطی کاهش پیدا می‌کند.در محدوده‌ی ۵۰۰ نانومتر، بیشینه‌ی جذب درمحلول آبی رنگینه و سورفاکتانت برابر است.نشر برانگیختگی رنگینه‌ی اِپسیلون بُلو در محدوده‌ی ۴۰۰ نانومتر می‌باشد.

مرجع‌ها

[۱] رابرت، بوید، *اپتیک‌غیرخطی*، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۹۳.

[2] S. Borgi, A. Hansen og, M. Meyer Modtaget “Ioniskselvsamletnanomaterialeaf beta-naphthol violet ogstrukturogtyndfilmafstoffet,” 7,november 2015.

[3] R. Choubey, S. Medhekar, R. Kumar, S. Mukherjee, and S. Kumar, "Study of nonlinear optical properties of organic dye by Z-scan technique using He–Ne laser,"J. Mater. Sci.: Mater. Electron., vol. 25, pp. 1410-1415, 2014.

[4] F.Najafiand M. Pishvaei, "Synthesis and Characterization of a Nonionic Urethane-Based Thickener," PCCC 4.2:71-77,2011.

[5] F.A. Zarif, S. Sharifi, G.S. Shurshalova, I. Rakhmatullin, V. Klochkov, A. Aganov, M. Behrouz, M.R. Sharifmoghadam, S. Mahdizadeh and M. KhazaeNezhad, “Effect of micelles and reverse micelles on nonlinear optical properties of potassium dichromate and Staphylococcus aureus treatment,” Optical Materials, Volume (106), Pages 109925-109938,2020.

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