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 : ۱-۲۴۵۹-۱۰-A

نقش سورفاکتانت کاتیونی برخاصیت اپتیک غیرخطی اریوکروم بلک تی

نرگس ترابی، سهیل شریفی و مهدی خزاعی نژاد

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

ssharifi@ferdowsi.um.ac.ir
Narges73torabi97@gmail.com

چکیده - اریوکروم بلک تی (EBT) یک رنگینه آلی دارای خاصیت اپتیک غیرخطی است. نتایج تاثیر غلظت سورفاکتانت کاتیونی ستیل تری متیل آمونیوم برومید (CTAB) برروی خاصیت اپتیک غیرخطیEBT با استفاده از روبشگر زد مورد بررسی قرار گرفته شده است. نتایج نشان دهنده کاهش در جذب غیرخطی و ضریب شکست غیرخطی نمونه ها با افزایش سورفاکتانت می باشد. مطالعه طیف جذب نمونه ها نشان دهنده تشکیل یک ترکیب جدیدEBT:CTAB است.

کلید واژه- اریوکروم بلک تی، روبشگر زد، رنگینه، سورفکتانت، طیف جذب

The Role of Cationic Surfactant in the Nonlinear Optical Properties of Eriochrome Black T

Narges Torabi, Soheil Sharifi, and Mehdi Khazaei Nezhad

Department of Physics, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iranssharifi@ferdowsi.um.ac.irNarges73torabi97@gmail.com

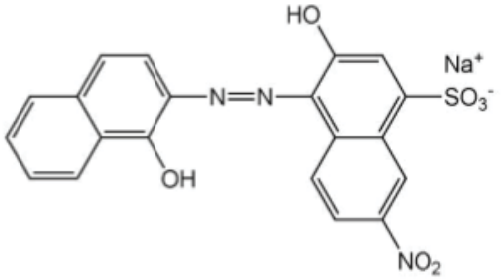
Abstract- EriochromBlackT (EBT) is an organic dye with nonlinear optical properties. The results of the effect of the concentration of cationic surfactant acetyl trimethylammonium bromide (CTAB) on the nonlinear optical property of EBT have been investigated using Z-scan. The results show a decrease in nonlinear absorption coefficient and nonlinear refractive index of sample with increasing surfactant. The study of the absorption spectra of the sample indicates the formation of a new compound EBT:CTAB.

Keywords: Absorptionspectra , Dye , Eriochrom black T , Surfactant , Z-scan

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

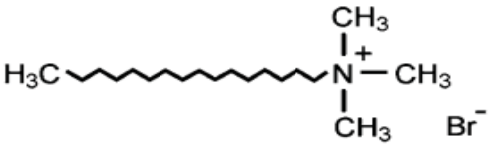
مقدمه

مطالعه اثر محیط بر خصوصیات نوری غیرخطی رنگینه‌ها یکی از مباحث جالب در اپتیک است. اریوکروم بلک تی(EBT) رنگینه‌ای آنیونی از خانواده آزو است که یک ساختار مولکولی بسیار پایدار را نشان می‌دهد[۱].



شکل۱: آرایش مولکولی اریوکروم بلک تی[۲]

ستیل تری متیل آمونیوم که به عنوان CTAB نیز شناخته می‌شود، یک سورفاکتانت کاتیونی است.



شکل ۲: آرایش مولکولی سورفاکتانت CTAB[۳]

روبشگر زد برای اندازه‌گیری خصوصیات نوری غیرخطی مواد به ویژه ضریب جذب و شکست غیرخطی مورد استفاده قرار می‌گیرد[۴]. نقش CTAB بر خاصیت اپتیک غیرخطی رنگینه‌ی اریوکروم بلک تی قبلا مورد مطالعه قرار نگرفته است.

روش آزمایش

در کار انجام شده محلول آبی اریوکروم بلک تی با غلظت نهایی ۰/۱ میلی مولار برای نمودار دریچه باز و غلظت ۰/۰۴ میلی مولار برای نمودار دریچه بسته با غلظت های مختلف از CTAB ترکیب شد. در شکل ۳ محلول آبی اریوکروم بلک تی، محلول CTAB و ترکیب این دو محلول ارائه شده است. برای تعیین مشخصات نوری غیر خطی محلول از دستگاه روبشگر زد که دارای لیزر دیودی با طول موج پیوسته ۵۳۲ نانومتر و توان ۸۰ میلی وات استفاده شد. همچنین برای اندازه گیری طیف نمونه ها از طیف سنجی نوری مرئی-فرابنفش (UV-Vis) استفاده گردید.

شکل ۳: (۱) محلول آبی CTABبا غلظت ۸ میلی مولار (۲) محلول آبی اریوکروم بلک تی با غلظت ۰/۱ میلی مولار (۳) ترکیب محلول اریوکروم بلک تی و CTAB

نتایج و بحث

شکل۴ منحنی عبور دریچه‌ی باز و شکل۵ منحنی عبور دریچه‌ی بسته بر حسب مکان نمونه است که جذب غیرخطی با شدت نور تابشی را نشان می‌دهد. نمودارهای دریچه‌ی باز را می‌توان با معادله زیر توصیف کرد :

$$T_{OA} = \sum_{n=0} (-q_0)^n (n+1)^{-1.5} \quad (۱)$$

q_0 از رابطه زیر بدست می آید:

$$q_0 = \beta I_0 L_{eff} \left(1 + \left(\frac{Z}{Z_0}\right)^2\right)^{-1} \quad (۲)$$

که β ضریب جذب غیرخطی، L_{eff}ضخامت موثر و Z_0 طول ریلی می‌باشد. اختلاف بین بیشینه و کمینه منحنی دریچه بسته را می‌توان با ΔT_{p-v}توصیف کرد:

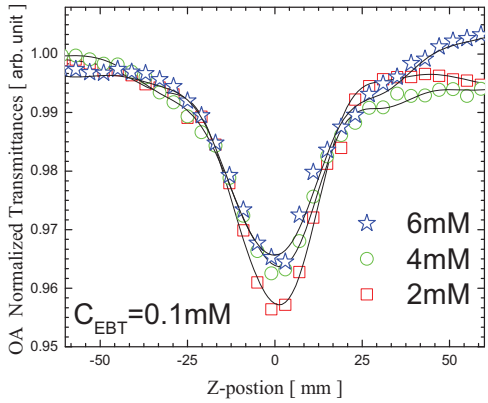
$$\Delta T_{P-V} = 0.406(1-S)^{0.25} \Delta\varphi_0 \quad (۳)$$

که $\Delta\phi_0$ تغییرات فاز و s عبور خطی دریچه است. ضریب شکست غیرخطی به صورت زیر تعریف می‌شود:

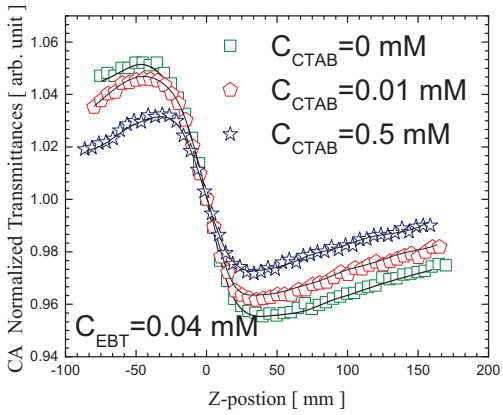
$$n_2 = (\lambda \Delta T_{P-V}) \Big/ \left(2\pi L_{eff} I_0 (0.406)(1-S)^{0.25}\right) \quad (۴)$$

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

شکل ۴ و ۵ منحنی‌های دریچه‌ی باز و بسته‌ی مایسل EBT:CTAB را نشان می‌دهد.



شکل ۴: منحنی عبور دریچه‌ی باز برای ترکیب EBT:CTAB



شکل ۵: منحنی عبور دریچه‌ی بسته برای ترکیب EBT:CTAB

نمودار دریچه‌ی باز دارای یک کمینه بوده و ضریب جذب مثبت است. این نشان دهنده‌ی جذب اشباع معکوس یا جذب دو فوتونی می‌باشد. جذب دو فوتونی فرآیندی است که در آن دو فوتون همزمان توسط یک اتم، یون یا مولکول جذب می‌شوند و یک الکترون از تراز انرژی پایین-تر به تراز انرژی بالاتر منتقل می‌شود. ضریب جذب غیرخطی به سطح مقطع جذب حالت‌های پایه و برانگیخته وابسته است که معادله‌ی آن به صورت زیر است:

$$\beta = \frac{\lambda N_0 \Delta\sigma}{4\pi I_s} \quad (۵)$$

که $\Delta\sigma = \sigma_{ex} - \sigma_g$ تفاوت بین سطح مقطع جذب حالت برانگیخته و سطح مقطع جذب حالت پایه، N_0 غلظت کل با واحد (cm^3) استو $I_s = \frac{hc}{\lambda\sigma_g\tau}$ که $\frac{hc}{\lambda}$ انرژی پمپ-فوتون است، τ طول عمر تراز برانگیخته است. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر ضریب جذب غیرخطی (β) با افزایش غلظت سورفاکتانت کاهش می‌یابد که در جدول۱ ارائه شده است. با توجه به معادله‌ی (۵) ضریب جذب غیرخطی با تفاوت بین سطح مقطع جذب حالت برانگیخته و پایه رابطه‌ی مستقیم دارد بنابراین علت کاهش ضریب جذب غیرخطی، کاهش تفاوت بین سطح مقطع‌های جذب حالت برانگیخته و پایه است. همچنین ضریب شکست غیرخطی (n_2) مایسل EBT:CTAB به عنوان تابعی از غلظت سورفاکتانت در جدول۱ ارائه شده است. نمودار دریچه‌ی بسته دارای یک قله و بعد از آن یک دره می‌باشد که این پدیده را خود-واکانونگی می‌گویند، همچنین وجود قله و دره به دنبال هم نشان‌دهنده‌ی ضریب شکست غیرخطی منفی می‌باشد. طول موج پیوسته‌ی لیزر از قله‌ی جذب فاصله دارد. منشا تغییر در ضریب شکست غیرخطی اثر حرارتی است و با هدایت گرمایی تغییر می‌کند. ضریب ترمواپتیک را می‌توان از مقدار n_2 با استفاده از معادله‌ی زیر بدست آورد:

$$n_{2thermal} = \left(\frac{dn}{dt}\right) \alpha\omega_0^2 / 4k \quad (۶)$$

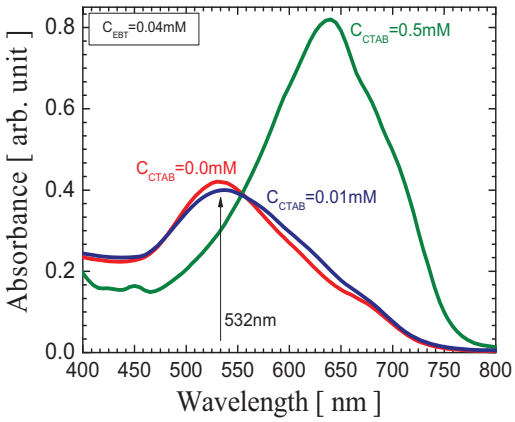
که α ، k و $\frac{dn}{dt}$ به ترتیب ضریب جذب، هدایت گرمایی و ترمواپتیک می‌باشد. باتوجه به معادله‌ی (۵) n_2 و αرابطه‌ی مستقیم با یکدیگر دارند. مقادیر ضریب شکست غیرخطی

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

استخراج شده از منحنی‌های عبور دریچه‌ی بسته نشان می‌دهد با افزایش غلظت سورفاکتانت ضریب شکست غیرخطی کاهش می‌یابد و در نتیجه α نیز کاهش خواهد یافت. جدول۱ مقادیر ضریب جذب و شکست غیرخطی را برحسب غلظت سورفاکتانت نشان می‌دهد.

جدول ۱: مقادیر ضریب جذب و شکست غیرخطی برحسب سورفاکتانت

	(mM)		
0.04	0	0.95375	-
	0.01	1.00423	-
	0.5	0.68083	-
0.1	2	-	0.37182
	4	-	0.32878
	6	-	0.31785



شکل ۶: نمودار جذب مایسل اریوکروم بلک تی در غلظت های مختلف سورفاکتانت

اریوکرم بلک تی در محلول آبی، در ۵۳۱ نانومتر دارای یک قله‌ی پهن می‌باشد. CTAB و رنگینه‌ی اریوکروم بلک تی برهم‌کنش جاذبه با یکدیگر دارند که می‌تواند مجموعه‌ای بین CTAB و EBT ایجاد کند. بنابراین، قله و شکل جذب در مجموعه‌ی جدید تغییر می‌کند.با افزایش غلظت CTAB یک تغییر قرمز از ۵۳۱ به ۶۳۸ نانومتر در محلول مشاهده می‌شود.

نتیجه‌گیری

کاهش جذب غیرخطی و ضریب شکست غیرخطی در اریوکروم بلک تی براثرافزایش غلظت سورفاکتانت کاتیونی ناشی از ایجاد یک ترکیب جدید یبن رنگینه و سورفاکتانت است. تغییر کمیت‌های اپتیک غیرخطی به طور مشخص ناشی از کاهش ضریب جذب خطی در طول موج ۵۳۲ نانومتر می‌باشد.

مرجع‌ها

[1] Jitendra Kumar Sahoo, MonidipaKonar, Juhi Rath , Devendra Kumar , Harekrushna Sahoo, Magnetic hydroxyapatite nonocomposite: Impact on eriochrome black-T removal and antibacterial activity. Journal of Molecular Liquids 294 (2019) 111596.

[2] Umesh Chandra ,Ongera Gilbert , B.E. Kumara Swamy, Yadav D Bodke and B.S Sherigara , Electrochemical Studies of Eriochrome Black T at Carbon Paste Electrode and Immobilized by SDS Surfactant: A Cyclic Voltammetric Study. International Journal of electrochemical science , 3 (2008) 1044 – 1054.

[3] Kristina Brandt, Claudia Neusel, Sebastian Behr and Gerold A. Schneider , Dielectric behaviour and conductivity of high-filled BaTiO3–PMMA composites and the facile route of emulsion polymerization in synthesizing the same. Journal of Material Chemistry C, 2013, 1, 3129–3137.

[4] G. Tsigaridas, M. Fakis, I. Polyzos, P. Persephonis and V. Giannetas, Z-scan technique through beam radius measurements. Applied Physics volume76, Pages83-86(2003).

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