همایش نانوفوتونیک ایران ۱۳۹۹- ۱ و ۲ آبان
Iranian Nano-Photonic Conference 2020
October 23 and 24

بررسی تأثیر نانو ذرات سیلیکا بر روی خواص الکترواپتیکی بلور مایع E7

بتول حیاتی فر[۱و۲*]، سهراب احمدی[۳]، محمدصادق ذاکر حمیدی[۳]، مهسا خادم صدیق[۴]

[۱]گروه علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شبستر، شبستر، ایران
[۲] پردیس بین المللی ارس دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[۳]دانشکده فیزیک ، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران
[۴]مهندسی اپتیک و لیزر دانشگاه بناب، بناب، ایران

چکیده: اثر الکترواپتیکی کر استاتیک در بلور مایع نماتیکی E7 آلائیده شده با نانوذرات SiO_2 بررسی شده است. مقادیر به دست آمده نشان می‌دهند که در غلظت‌های پائین، وجود نانوذرات باعث افزایش ثابت کر بلور مایع E7 می‌شوند، ولی غلظت‌های بالاتر باعث کاهش ثابت کر بلور مایع خالص می‌شوند. پاسخ کر بلور مایع آلائیده شده با نانوذرات در دماهای بالای دمای گذار فاز ایزوتروپیک- نماتیک و در نزدیکی این دما بررسی شده است. مطالعه تغییرات ثابت کر با دما نشانگر وابستگی ثابت کر به دما مطابق با تئوری لاندائو- دوژن است.

کلید واژگان: ثابت کر؛ بلور مایع؛ نانوذرات سیلیکا؛ دوشکستی

Effect of silica nanoparticles on electro-optical properties of E7 investigation

Batool Hayatifar[1,2], Sohrab Ahmadi[3], Mohamadsadegh Zakerhamidi[3], Mahsa Khadem Sadigh[4]

[1] Departent of basic sciences, Islamic Azad University of Shabestar, Shabestar, Iran
[2] Aras International Campus, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[3] Physics Department, University of Tabriz, Tabriz, Iran
[4] Laser and Optics Engineering, Bonab University, Bonab, Iran

Abstract- Static Electro- optical Kerr effect in SiO_2 nanoparticles doped- E7 NLC was investigated. Obtained data exhibits that low concentrations of SiO_2 nanoparticles increase the Kerr constant of E7 NLC, but high concentrations of nanoparticles decrease the Kerr constant of liquid crystal. Also, Kerr effect of nanoparticles doped liquid crystals in above and at the vicinity of Isotropic- Nematic phase transition temperature was studied. Variation of Kerr constant with temperature shows the temperature dependence of Kerr constant which in good agreement with Landau-de Gennes theory.

Keywords: Kerr constant; Liquid Crystal; Silica Nanoparticles; Birefringence

* bhayatifar@tabrizu.ac.ir

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

۱- مقدمه

امروزه موادی که دارای ثابت کر بالایی هستند از اهمیت ویژه‌ای در فوتونیک و الکترواپتیک برخوردارند. ادوات بلور مایع که برپایه اثر کر استوارند، دارای مزایای قابل توجهی به خصوص در نمایشگرهای جدید هستند[۱]. برای داشتن نماتوژنی با ثابت کر بالاتر، باید ماده بلور مایع ناهمسانگردتر و به عبارت دیگر دارای دوشکستی بیشتری باشد.

القای خاصیت دوشکستی در محیط‌های همسانگرد و شفاف اپتیکی در اثر اعمال میدان الکتریکی، اثر کر نامیده می‌شود:

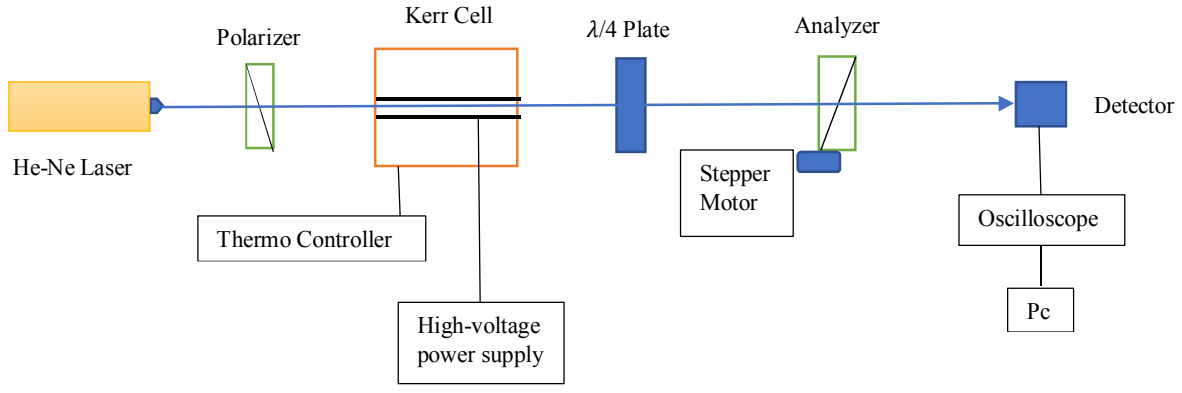
$$\Delta n = \lambda B E^2 \qquad (۱)$$

در این رابطه Δn دوشکستی ایجاد شده در اثر اعمال میدان، λ طول موج نور پروب، B ثابت کر محیط و E شدت میدان الکتریکی است[۲]. این اثر که به قطبیت و قطبش‌پذیری مولکولها بستگی دارد، مؤثرترین روش برای مطالعه ناهمسانگردی مولکولها، نظم بین مولکولها، و ساختار شیمیایی مولکول و اندرکنشهای بین مولکولی محسوب می‌شود. با کاهش دمای بلور مایع، حرکت‌های مولکولی کاهش و پارامتر نظم ماده افزایش و به تبع آن دوشکستی ماده افزایش خواهد یافت. در نتیجه طبق رابطه (۱) کاهش دما با افزایش ثابت کر ماده همراه خواهد بود.

یکی از روش‌های مؤثر در بهبود ویژگی‌های اپتیکی و الکترواپتیکی بلورهای مایع و افزایش کارایی ادوات الکترواپتیکی استفاده از انواع مختلف سیستم‌های مهمان- میزبان به منظور کنترل و نظم مولکولها است[۳]. به این منظور بلورهای مایع با انواع مختلف مولکولهای ناخالصی نظیر رنگینه‌ها، پلیمرها، و نانوذرات (فروالکتریک، فرومغناطیس، و فلزی،...) آلائیده شده‌اند. نوع، ابعاد، شکل و ساختار مولکولی و غلظت مولکولهای ناخالصی نقش عمده‌ای در سمت‌گیری محیط بلور مایع و نظم جهتی مولکول‌ها ایفا می‌کند حتی در درصدهای پائین نیز می‌توانند تغییرات قابل توجهی در پارامتر نظم بلور مایع ایجاد کنند.

۲- مواد و روش‌ها:

تمام اندازه‌گیری‌های ثابت کر ، با استفاده از صفر کردن شدت نور خروجی[۳] از سیستم، مطابق با چیدمان شکل (۱) انجام شده است.



شکل (۱): طرحواره چیدمان تجربی اندازه‌گیری ثابت کر

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]

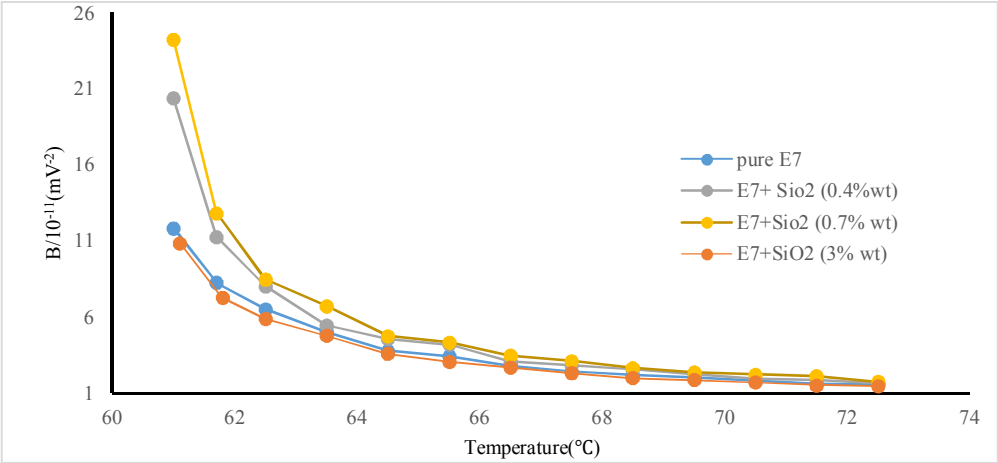
بلور مایع استفاده شده در این آزمایش E7 می‌باشد که با نانوذرات SiO_2 با غلظت ۰/۴ ، ۰/۷ و ۳ درصد وزنی آلائیده شده است. دمای بلور مایع در دمای بالاتر از دمای گذار (۶۰/۳ درجه سانتیگراد) تنظیم و میدان الکتریکی به نمونه اعمال شده و سپس با چرخش آنالیزور، پاسخ اپتیکی نمونه صفر شد.

با اندازه‌گیری زاویه چرخش آنالیزور α و با استفاده از رابطه

$$\alpha = \frac{\pi l B}{2} E^2 \qquad (۲)$$

ثابت کر نمونه در دماهای مختلف اندازه‌گیری شد. در رابطه (۲)، l طول مسیر نوری در داخل محیط است[۲].

نتایج اندازه‌گیری نشان می‌دهند که در غلظت‌های پائین نانوذرات سیلیکا (۰/۴ و ۰/۷ درصد وزنی) ثابت کر بلور مایع آلائیده شده نسبت به بلور مایع خالص افزایش می‌یابد، ولی در غلظت بالاتر نانوذره (۳ درصد وزنی) ثابت کر نمونه کاهش یافته و از میزان ثابت کر بلور مایع میزبان E7 نیز کمتر خواهد بود. در واقع در درصدهای وزنی کم ، نانوذرات باعث افزایش نظم جهتی و در نتیجه افزایش ناهمسانگردی در نمونه شده که به تبع آن دوشکستی القا شده در نمونه افزایش و ثابت کر نمونه نیز افزایش می‌یابد ولی در درصدهای بالاتر بی‌نظمی در سیستم افزایش یافته و منجر به کاهش ثابت کر نمونه می‌شود. همچنین مطالعه تغییرات ثابت کر این نمونه‌ها نسبت به دما بیانگر این است که در فاز همسانگرد با کاهش دما و نزدیک شدن به دمای گذار ، ثابت کر نمونه افزایش می‌یابد که طبق نظریه لاندائو- دوژن تغییرات ثابت کر با دما متناسب با $\left(T - T^*\right)^{-1}$ است (T^* دمای پیش گذار مرتبه دوم نزدیک به دمای گذار از فاز همسانگرد به نماتیک است)[۴].



شکل(۲) : تغییرات ثابت کر نمونه‌ها نسبت به دما

مراجع

1. L. Tian *et. al.* **Liquid Crystals,** (2013)
2. M. H. Majles Ara *et. al*. **Journal of Molecular Liquids, 161**(1), (2011).
3. M. S. Zakerhamidi *et. al*. **Journal of Molecular Liquids, 221**, (2016).
4. P. G. De Gennes and J. Prost, *The Physics of Liquid Crystals*, Oxford Science Publications, (1995).

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

[Downloaded from opsi.ir on 2026-11-13]