

بررسی خواص الکترواپتیکی کر مربوط به یک مخلوط اوتکتیک بلور مایع نماتیکی در فاز

ایزوتروپیک

حبیب تجلی^۱؛ علی قنادزاده^۲؛ حبیب خوش سیما^۱؛ پرینا ژاله فر^۱

^۱- پژوهشکده فیزیک کاربردی و تحقیقات ستاره شناسی، دانشگاه تبریز، بلوار ۲۹ بهمن، تبریز

^۲ - دانشکده شیمی، دانشگاه گیلان، رشت

چکیده

در این مقاله پاسخ کر A.C. و همچنین رفتارهای پیش گذار یک نوع مخلوط اوتکتیک بلور مایع نماتیکی و همچنین بلور مایع نماتیکی 5CB به منظور کالیبراسیون، در دماهای بالای دمای گذار فاز همسانگرد به نماتیکی (T_{NI}) و در نزدیکی آن بررسی شده است. ثوابت کر به دست آمده، قابل مقایسه با مقادیر متناظر با بلور مایع 5CB می باشد. دمای پیش گذار نمونه ها به روش برون یابی داده های تجربی تعیین شده اند. نتایج تجربی به دست آمده در توافق خوبی با تئوری لاندو - دوژن می باشد.

Electro-Optic Kerr Effect in an eutectic Nematic Mixture in the Isotropic Phase

H. Tajalli, A. Ghanadzadeh, H. Khoshshima, P. Zhalehfar¹;

¹Research Institute for Applied Physics and Astronomy, University of Tabriz, Tabriz, physics, Tabriz

²Department of Chemistry, Guilan University.

Abstract

Electro-optic Kerr effect and the pretransition behaviour was investigated for an eutectic nematic mixture and 5CB (in order to calibration) at temperatures above and close to the nematic-isotropic transition temperatures. The Kerr constant of this nematic eutectic mixture was found to be very high at the nematic-isotropic transition temperature. The linear dependence of $(T - T^*)^{-1}$ on the Kerr constant is found to be in good agreement with the Landau-De Gennes model.

Keywords: Eutectic mixture; Liquid crystals; Electro-optic effect; Kerr effect; Electric birefringence

است. همچنین این اثر می تواند برای مطالعه رفتارهای پیش گذار مرتبط با افت و خیزهای پارامتر نظم در فاز ایزوتروپیک به کار برده شود [۴-۵].

اثر کر بوسیله ثابت کر، B ، اندازه گیری می شود و بنا بر تئوری لاندو-دوژن، این ثابت در بلورهای مایع با رابطه زیر داده می شود:

$$B = \frac{\epsilon_0 \Delta \chi_e \Delta n}{2a\lambda s(T - T^*)} \quad (1)$$

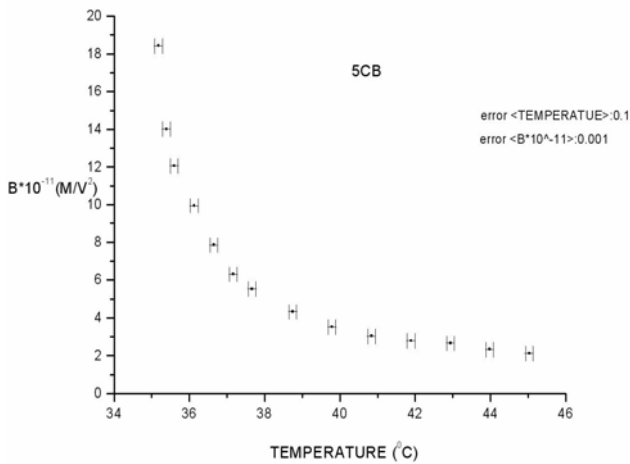
که در آن $\Delta \chi_e$ ناهمسانگردی ثابت دی الکتریک، Δn دوشکستی بلور مایع، λ طول موج نورلیزر تابیده شده، s پارامتر نظم، T^* دمای پیش گذار و a یک ضریب ثابت است.

مقدمه

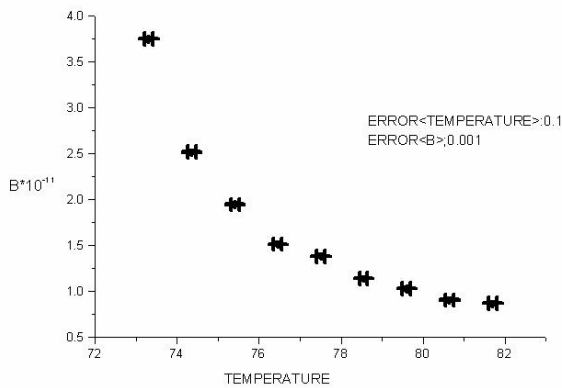
الفاء خاصیت دو شکستی در یک محیط همسانگرد در اثر اعمال میدان الکتریکی خارجی در سال ۱۸۷۵ توسط "کر" شناسایی شد و اثر الکترواپتیک کر نام گرفت. از آزمایشهای اولیه انجام شده در این خصوص نتیجه شد که مقدار دو شکستی القا شده در محیط متناسب با توان دوم شدت میدان الکتریکی اعمال شده است.

اثر الکترواپتیک کر، می تواند اطلاعات ارزشمندی را درباره ساختار هندسی و تجمع مولکولها در یک بلور مایع ارائه دهد [۱-۳]. در بلورهای مایع، اثر الکترواپتیک کر شدیداً به اثر تجمع مولکولی هم در فاز ایزوتروپیک و هم در فاز نماتیکی حساس

دمای گذار، T_{NI} ، بلورهای مایع با استفاده از روش DSC اندازه گیری شدند و برای بلور مایع $5CB$ و مخلوط اوتکتیک بترتیب $34.5^{\circ}C$ و $78.2^{\circ}C$ به دست آمده است. سپس اثر کر با اعمال میدان الکتریکی مختلف در دماهای متفاوت مطالعه شد و برای هر حالت ثابت کر تعیین گردید. شکل‌های (۳) و (۴) بترتیب تغییرات دمایی ثابت کر بلور مایع $5CB$ و مخلوط اوتکتیک را نشان می دهند.

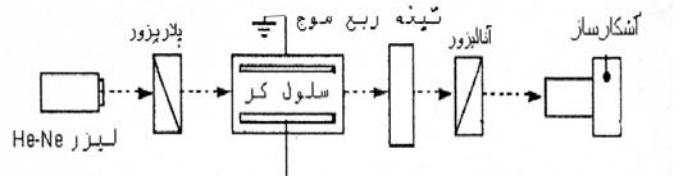


شکل (۳) تغییرات ثابت کر بلور مایع $5CB$ بر حسب دما



شکل (۴) تغییرات ثابت کر مخلوط اوتکتیک مورد مطالعه بر حسب دما همانطوریکه از این شکلها بر می آید با کاهش دما در فاز همسانگرد، با نزدیک شدن به دمای T_{NI} ، دو شکستی القا شده در محیط و همچنین ثابت کر محیط به سرعت تغییر می یابد. افزایش سریع ثابت کر بلور مایع های مورد مطالعه را می توان هم به علت نظم یافتگی زیاد بلور مایع در نزدیکی دمای گذار و هم به علت

آرایش تجربی مورد استفاده در این کار تجربی در شکل (۱) نشان داده شده است.

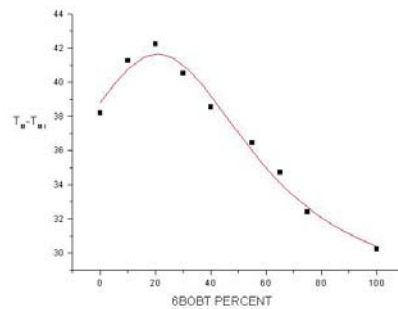


شکل (۱) طرحواره آرایش سیستم آزمایشگاهی

در این آرایش خروجی یک لیزر هلیوم نئون ۵ میلی وات بعد از عبور از یک منشور گلان و یک دیافراگم بر روی سلول کر کانونی می شود. خروجی از سلول بعد از عبور از یک تیغه ربع موج و یک آنالیزور به یک تکثیر کننده فوتونی هدایت می شود.

نتایج تجربی:

نمونه های مورد آزمایش در این کار تجربی یک مخلوط اوتکتیک با ترکیب دونوع بلور مایع $6CHBT$ به میزان ۳۰٪ و $6BOBT$ به میزان ۷۰٪ می باشد که مطابق اندازه گیریهای انجام شده دارای بیشترین بازه دمایی نماتیکی است و در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲) اختلاف دمای گذار و ذوب درصدهای مختلف اختلاط $6CHBT$

و $6BOBT$ بر حسب درصد $6CHBT$

همچنین همین آزمایش بر روی بلور مایع $5CB$ به عنوان یک بلور مایع شناخته شده و متداول، به منظور کالیبراسیون و مقایسه نتایج آن با نتایج به دست آمده برای مخلوط مورد نظر، انجام شده است.

دیده می شود که مقادیر بدست آمده برای این کمیت، برای مخلوط اوتکتیک مورد بررسی 75.5°C و برای بلور مایع $5CB$ مقدار 33.5°C می باشد.

نتیجه گیری

در حالیکه دمای گذار ایزوتروپیک به نماتیک مربوط به $6CHBT$ خالص $42,2^{\circ}\text{C}$ و دمای گذار مربوط به $6BOBT$ خالص، $88,7^{\circ}\text{C}$ می باشد، این دما برای مخلوط اوتکتیک مورد نظر 73.7°C بدست آمده است. این ترکیب دارای بازه دمایی نماتیکی خوبی نسبت به بلور مایع های خالص شرکت کننده در ترکیب میباشد.

ضرایب کر بدست آمده برای این مخلوط قابل مقایسه با ضرایب متناظر در بلور مایع $5CB$ بدست آمد. این نتایج با پیش بینی لاند-دوژن هم خوانی خوبی دارند.

سپاسگزاری

این تحقیق با همکاری آقای مهندس واحدی از پژوهشکده فیزیک کاربردی دانشگاه تبریز انجام شده است. از همکاری بی دریغ ایشان صمیمانه سپاسگزاریم.

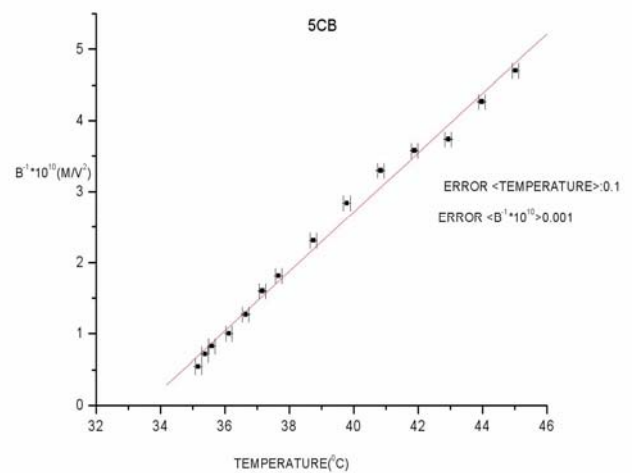
مرجع ها

- [1] P.G.Gennes and J.Prost;"The physics of liquid crystals";Oxford Science Publication,(1995).
- [2] A.Ghanadzadeh,M.S.Beevers" *The ellectro-optic Kerr effect in eutectic mixture of E7 & E8* " J.Molecular Liquids 92,217(2001)
- [3] A.Ghanadzadeh,M.S.Beevers "*The static Kerr effect of two nematic mixtures comprised of pentyl and heptyl cyanobiphenyls in the isotropic phase*",J.Molecular Liquids 112, 141(2004)
- [4] J.Philips,T.A.Prasada Rao "*Kerr effect investigations in a nematic Liquid crystals*"Phys.Rev.A 46 (4) , 2163(1992)
- [5] J.Philips, T.A.Prasada Rao"*Transient Kerr response in a nematic liquid crystal*" J.PhysD:Appl.Phys,25,1231(1992)

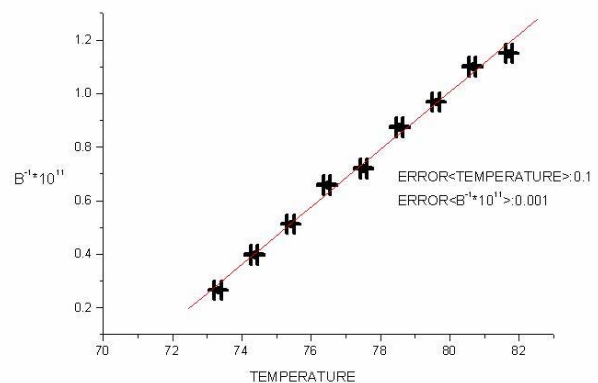
تجمع مولکولی ایجاد شده حتی در فاز ایزوتروپیک دانست که رفتارهای پیش گذاری را توصیف می کنند.

وجود تجمع مولکولی در فاز ایزوتروپ می تواند ناشی از چند عامل باشد که از بارزترین آنها می توان به وجود گروه های قطبی قوی CN , NCS در ساختمان این مولکولها اشاره کرد، البته اندرکنشهای واندروالسی موجود در بخشهای مختلف مولکول مثل دم آلکیلی مولکولها نیز نقش دارند.

دمای پیش گذار (T^*) نمونه ها از رسم منحنی تغییرات B^{-1} بر حسب دما و تلاقی آن با محور دما تعیین شده اند. شکل (۵) و (۶) نمودارهای این تغییرات را نشان می دهد.



شکل (۵) تغییرات عکس ثابت کر بلور مایع $5CB$ بر حسب دما



شکل (۶) تغییرات عکس ثابت کر مخلوط اوتکتیک مورد مطالعه بر حسب دما