

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA EM CRISTAIS LÍQUIDOS

Erick Soares Rosa¹; Alexandre Manoel De Moraes Carvalho²;

1. Bolsista Probiic, Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: Ericksoares_rosa@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: amdmc@yahoo.com

PALAVRA-CHAVE: Cristais Líquidos, Geometria, Fases geométricas.

INTRODUÇÃO

Cristais Líquidos é um estado(fase) da matéria que apresenta um comportamento intermediário entre um sólido cristalino e um líquido isotrópico. Enquanto os cristais apresentam ordem de longo alcance e posicional os líquidos não possuem nenhuma ordem. Os Cristais líquido apresentam uma ordem intermediária entre esses dois extremos , por isso é uma fase conhecida por mesomórfica.

Os Cristais líquidos são classificados em geral de termotrópicos e de liotrópicos. Nos termotrópicos, seus constituintes básicos são moléculas e as transições de fase são observadas como função da temperatura. Nos liotrópicos os constituintes fundamentais são as micelas e as transições entre diferentes estruturas cristalográficas ocorrem por variação da concentração do solvente ou da temperatura.

Uma característica fundamental dessas matérias é a natureza anisotrópica de suas propriedades físico-química. Esta anisotropia se manifesta na resposta que essas matérias apresentam quando submetidos à ação de campos externos. As fases de um cristal líquido termotrópicos ocorrem em algumas no intervalo de temperatura entre os estados líquidos e sólidos. As fases principais de um cristal líquido termotrópico são as fases: nemáticas, esmética e colestérica entre outras.

A fase cristal líquida nemática é caracterizada por moléculas que não possuem ordem posicional, mas tendem a alinhar-se ao longo da mesma direção. Como consequência, existe uma anisotropia macroscópica em muitas propriedades, tais como constante dielétrica e índices de refração. O estado esmético é outra mesofase distinta dos cristais líquidos. Moléculas nessa fase apresentam um grau de ordem translacional que não esta presente nos nemáticos. O estado esmético ,a além de manter uma ordem de orientação geral ,também tende a alinhar-se em camadas ou planos. O movimento é restrito a esses planos. Muitos matérias apresentam mais de uma fase esmética. A fase colestérica é tipicamente composta por moléculas mesogênicas nemáticas ,as quais contem um centro quiral que produz forças intermoleculares que favorecem o alinhamento das moléculas fazendo um ângulo muito pequeno entre si.

A propagação de luz em cristais líquido na presença de defeitos topológicos vem sido estudada através de uma abordagem geométrica por Joets e Ribotta. Esse modelo associa o Principio de Fermat da óptica geométrica com geodésicas em espaços não-euclidianos hipotéticos. A nova geometria efetiva encontrada na qual , a luz se propaga , pode ser interpretada como a causa do encurvamento da trajetória da luz , assim como na relatividade geral.

METODOLOGIA

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

Foi iniciada os estudos de geometria diferencial, começando com teoria de curvas e superfícies que são essencial para o estudos da geometria em cristais líquidos e também um estudo a introdução de cristais líquidos. É utilizado também variados programas para a resolução de alguns cálculos destacando o programa Maple que auxilia com a resolução de alguns cálculos. Com o decorrer dos avanços nos estudos são feita reuniões semanalmente para apresentação de seminários e discussões dos resultados e conclusões obtidas no intervalo das reuniões.

Desenvolvimento

O objetivo principal e encontrar as geodésicas correspondentes a trajetória da luz em um meio anisotrópico, que é o cristal líquido. Mas para isso precisamos calcular o caminho ótico através da determinação da geometria sentida pela luz. Assim Pelo princípio de Fermat, diz que o caminho percorrido por um feixe de luz entre dois pontos é a menor distância entre eles. Como estamos analisando um sistema anisotrópico então, o único feixe de nosso interesse é o extraordinário, que sofre influência da geometria. No caso do ordinário ele sente um índice de refração constante, obedecendo a lei de Snell. Para encontrarmos o caminho ótico do feixe extraordinário, iremos considerá-lo como uma geodésica usando o espaço de Riemann, assim podemos encontrá-la através da métrica. Fazendo uma relação entre o elemento de linha e a princípio de Fermat temos:

$$N^2 dl^2 = g_{ij} dx^i dx^j$$

Com a relação obtida entre o índice de refração e a métrica que irá caracterizar a geometria do sistemas, precisaremos encontrar esses coeficientes métricos g_{ij} , partindo da equação geral das geodésicas.

Acima mostramos a relação da métrica com o índice de refração agora e preciso saber como a luz irá se comportar de acordo com a organização molecular assim temos que ter o índice de refração em função de um ângulo, assim teremos índice de refração diferentes de acordo com a organização do sistema. Como o índice de refração e dado

$$N^2(\beta) = n_o^2 \cos^2(\beta) + n_e^2 \sin^2(\beta)$$

O ângulo β pode ser determinado pelo produto dos vetores unitários, o tangente a curva que representa a trajetória da luz e o vetor diretor. Onde ambos representam somente a direção. Onde \vec{T} é o vetor tangente a curva, que iremos determinar por uma equação geral das curvas $\vec{R}(l)$ e \vec{n} é o vetor diretor que estará dependendo de uma função de orientação dada $\varphi(r, \theta) = k\theta + c$. E o índice de refração e dado $\vec{n} = [\cos(\varphi), \sin(\varphi)]$.

Foi mostrado a base para o calculo da geodésica que nos mostrará o comportamento da luz. Agora sabendo calcular o índice de refração encontramos as componentes métricas, e através das equação geral das geodésicas foi obtidas 2 equações diferenciais onde foi colocado a configuração de diversos campos mostrado na tabela abaixo:

K	c	φ	\vec{n}
1	0	θ	$(\cos\theta, \sin\theta)$
1	$\frac{\pi}{2}$	$\theta + \frac{\pi}{2}$	$(-\sin\theta, \cos\theta)$

Anais do XIV Seminário de Iniciação Científica da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, Feira de Santana, 18 a 22 de outubro de 2010

-1	$\frac{\pi}{2}$	$\theta - \frac{\pi}{2}$	$(\text{sen}\theta . \text{cos}\theta)$
$\frac{1}{2}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{2\theta + \pi}{4}$	$[\text{sen} \frac{2\theta + \pi}{4}, \text{cos} \frac{2\theta + \pi}{4}]$
$-\frac{1}{2}$	0	$-\frac{\theta}{2}$	$[\text{cos} \frac{\theta}{2}, \text{sen} \frac{\theta}{2}]$

RESULTADOS

Atribuindo os valores de campos de $k=1$, $c=0$ e $k=1$, $c=\frac{\pi}{2}$, vimos divergência e convergência que são causadas pela presença de defeitos topológicos como as desclinações, assim os feixes de luz sofrem deflexões em diversas direções.

Além do efeito de lente, foi observado que o comportamento da luz, em nemáticos com desclinação, é o mesmo comportamento sofrido que a luz teria ao se propagar em regiões com defeito topológicos no espaço-tempo, no caso, corda cósmica e monopólo global. Com essa analogia se torna possível simular o efeito de lente Gravitacional em Laboratórios.

REFERÊNCIAS

- [1] Ivan Bechtold, Cristais Líquidos: um sistema complexo de simples aplicação, Revista Brasileira de Ensino de Física, v27, n3, 2005.
- [2] Caio Sátiro; Fernando Moraes, lesing effects in a nematic liquid crystal whit topological defects, Eur. Phys. J E 20, 2006.
- [3] Max Born and Emil Wolf. Principles of Optics. Cambridge University Press, 1999.
- Oscar Rodrigues. Distorções Periódicas induzidas por campos Magnéticos em uma fase nemática Liotrópica Biaxial. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Maringá, 2003
- [4] Caio Sátiro. Influência da Geometria na Propagação da Luz em Cristais Líquidos com Defeitos Topológicos. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, 2007.