Влияние электромагнитного поля на оптические свойства холестерического жидкого кристалла

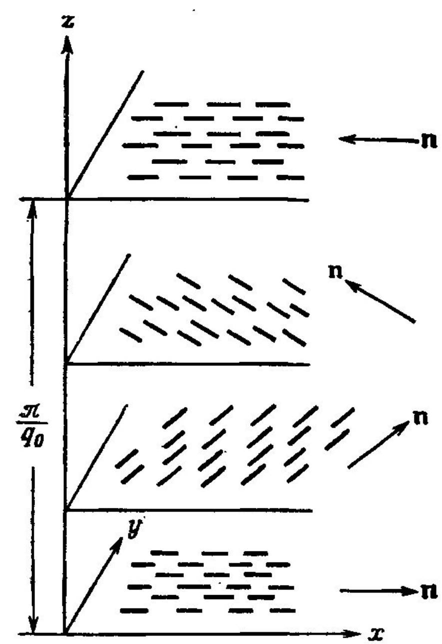
Корякин   Александр   Александрович

Санкт-Петербургский государственный университет
Физический факультет
Кафедра статистической физики

28 мая 2010 г.

Холестерический жидкий кристалл

$$F = \frac{1}{2}\int\left(K_1(div\,\boldsymbol{n})^2 + K_2(\boldsymbol{n}\,rot\,\boldsymbol{n} + q)^2 + K_3\left[\boldsymbol{n}\,rot\,\boldsymbol{n}\right]^2\right)dV$$



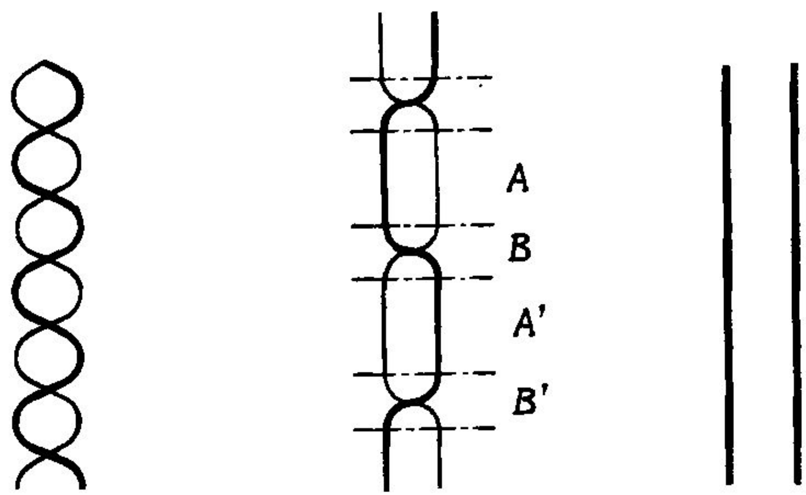
$$n_z = 0$$

$$n_x = \cos(qz)$$

$$n_y = \sin(qz)$$

Влияние внешнего поля на холестерик

$$F = \frac{1}{2}\int\left(K_1(div\,\boldsymbol{n})^2 + K_2(\boldsymbol{n}\,rot\,\boldsymbol{n}+q)^2 + K_3\left[\boldsymbol{n}\,rot\,\boldsymbol{n}\right]^2 - K_4\left[\varepsilon_\perp \mathbf{E}^2 + \varepsilon_a\left(\mathbf{nE}\right)^2\right]\right)dV$$



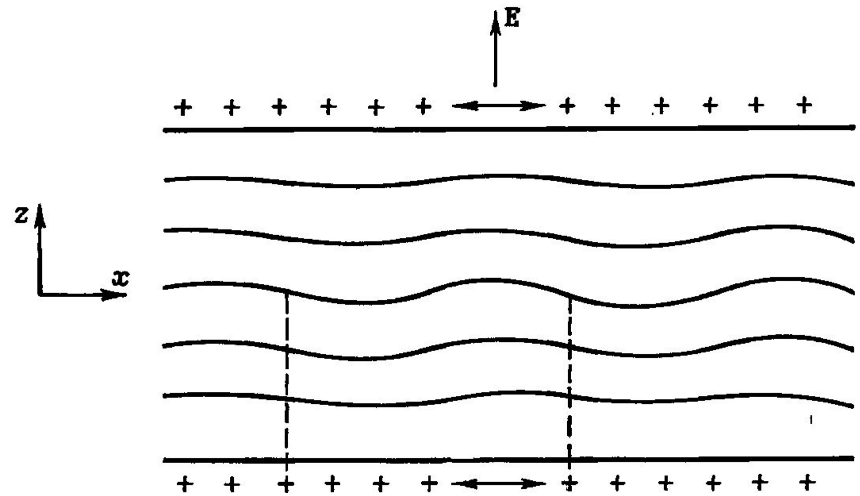
Волны Хелфриха

$$m_z \approx 1$$

$$m_x = \frac{\partial u_z}{\partial x}$$

$$m_y = \frac{\partial u_z}{\partial y}$$

$$div\, \mathbf{m} = \frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2}$$



$$F = \int \left(\tilde{K}_3 \left(\frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2} \right)^2 + \tilde{K}_2 q_0^2 \left(\frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2} \right)^2 - \varepsilon_a \big/ 16\pi \, E^2 \left[\left(\frac{\partial u_z}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial u_z}{\partial y} \right)^2 \right] \right) dV$$

Определение пороговой напряженности

$$F=\int\left(\tilde{K}_3\left(\frac{\partial^2 u_z}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u_z}{\partial y^2}\right)^2+\tilde{K}_2 q_0^2\left(\frac{\partial^2 u_z}{\partial z^2}\right)^2-{\varepsilon_a}/{16\pi}\,E^2\left[\left(\frac{\partial u_z}{\partial x}\right)^2+\left(\frac{\partial u_z}{\partial y}\right)^2\right]\right)dV$$

$$u=u_0\sin\left(\pi z/d\right)\sin\left(\pi x/s\right)\sin\left(\pi y/s\right)$$

$$\Delta F=\int F_0 dz-d/2\,K_2 q_0^2\lambda^2=\frac{d}{4}\left[K_2 q_0^2\left(\frac{\pi}{d}\right)^2-{\varepsilon_a}/{8\pi}\,E^2 q^2+\tilde{K}_3 q^4\right]a^2\sin^2(qx)$$

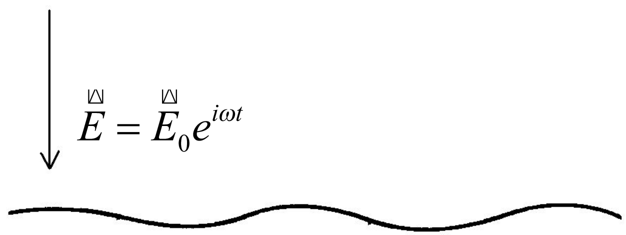
$$\lambda=\frac{du_0}{dz}$$

$$\Delta F\le 0\Rightarrow$$

$$\boxed{E^2=\frac{(2\pi)^3(6K_2K_3)^{1/2}}{\varepsilon_a h_0 d}}$$

$$\boxed{s^2=\frac{1}{2}\left(\frac{3K_3}{2K_2}\right)^{1/2}h_0 d}$$

Дифракция на периодической структуре



$$\vec{E} = \vec{E}_0 e^{i\omega t}$$

$$E(x) = E_0 \left(1 + \cos\left(2\pi x / d\right)\right)$$

$$E_1(\theta) \sim \int_{-d/2}^{d/2} [1 + \alpha \cos(2\pi x/d)]\, e^{-ik_x x}\, dx = d\,\frac{\sin(\delta/2)}{\delta/2} \left[1 - \frac{\alpha}{1-(2\pi/\delta)^2}\right]$$

где $\delta = k_x d = kd\sin\theta = (2\pi d/\lambda)\sin\theta$.

$$I(\theta) = I_1(\theta)\frac{\sin^2(N\delta/2)}{\sin^2(\delta/2)} = I_0 \frac{\sin^2(N\delta/2)}{(\delta/2)^2} \left[1 - \frac{\alpha}{1-(2\pi/\delta)^2}\right]^2.$$

$\delta = 2\pi m$ max

$m \neq 0, \pm 1$ совпадает с min $I_1(\theta)$

$\delta = 0, \pm 2\pi$

$I(0) = I_0 N^2$

$$I(\pm\theta_1) = \frac{I_0 N^2}{4}$$

Литература

1. С.А. Пикин. – Структурные превращения в жидких кристаллах
2. Де Жен. – Физика жидких кристаллов
3. Л.Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – Статистическая физика
4. Е. И. Бутиков. – Оптика