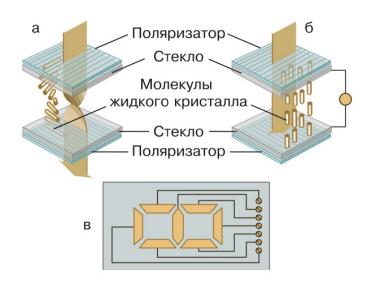
ОПТИКА ХОЛЕСТЕРИЧЕСКИХ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Студент 2 курса Факультета физики НИУ ВШЭ Блуменау Марк



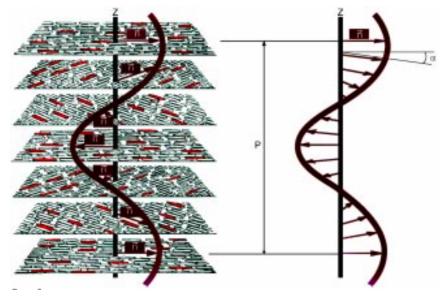
ЖИДКИЕ КРИСТАЛЛЫ

- Жидкий кристалл это специфическое состояние вещества, в котором оно проявляет свойства жидкости (текучесть) и кристалла (анизотропия). В данном эксперименте рассматривается холерестические жидкие кристаллы.
- В повседневной жизни они встречаются в основном в экранах телефонов, калькуляторов, телевизоров и прочей техники.





• Они образованы оптически активными молекулами и отличаются тем, что направление длинных осей молекул в каждом последующем слое, состоящем из параллельно направленных молекул, составляет с направлением осей молекул предыдущего слоя некоторый угол. При этом образуется спираль, шаг которой зависит от природы молекул и внешних воздействий. Шагу спирали соответствует поворот оси ориентации молекул на 360. Фотонный кристалл - это структура, характеризующаяся периодическим изменением значения диэлектрической проницаемости. Для таких структур характерно наличие разрешённых и запрещённых зон для энергии фотонов, обусловленных различием диэлектрической проницаемости в среде или в структуре.



Спираль холестерика



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВЫКЛАДКИ

$$\begin{pmatrix} \overline{\varepsilon} + \overline{\varepsilon}\delta\cos(\tau z) & \pm \overline{\varepsilon}\delta\sin(\tau z) & 0 \\ \pm \overline{\varepsilon}\delta\sin(\tau z) & \overline{\varepsilon} - \overline{\varepsilon}\delta\cos(\tau z) & 0 \\ 0 & 0 & \varepsilon_3 \end{pmatrix} \qquad \begin{bmatrix} \kappa^2 - \left(\beta + \frac{\tau}{2}\right)^2 \end{bmatrix} E_+ + \kappa^2 \delta E_- = 0 \\ \kappa^2 \delta E_+ + \left[\kappa^2 - \left(\beta - \frac{\tau}{2}\right)^2\right] E_- = 0 \\ \kappa^2 \delta E_+ + \left[\kappa^2 - \left(\beta - \frac{\tau}{2}\right)^2\right] E_- = 0 \\ \kappa^2 \delta E_+ + \left[\kappa^2 - \left(\beta - \frac{\tau}{2}\right)^2\right] E_- = 0 \\ \delta = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)/(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \\ \delta = (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)/(\varepsilon_1 + \varepsilon_2) \qquad \beta_j = \pm \sqrt{x^2 + \frac{\tau^2}{4} \pm x\sqrt{\tau^2 + x^2\delta^2}}, \quad j = 1, 2, 3, 4 \\ \frac{\partial^2 \overrightarrow{E}}{\partial z^2} = \frac{\hat{\varepsilon}}{c^2} \frac{\partial^2 \overrightarrow{E}}{\partial t^2} \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{E} = \mathbf{n}_{+} E_{+} \exp \left[i \left(\beta + \frac{\tau}{2} \right) z - i \omega t \right] + \mathbf{n}_{-} E_{-} \exp \left[i \left(\beta - \frac{\tau}{2} \right) z - i \omega t \right]$$



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВЫКЛАДКИ

$$\overrightarrow{E}i = \left(E_{+}^{i}\mathbf{n}_{+} + E_{-}^{i}\mathbf{n}_{-}\right)e^{i(\kappa_{0}z-\omega t)}$$

$$\overrightarrow{E}(z,t) = e^{-i\omega t}\sum_{j=1}^{4}\left(E_{+}\right)_{j}\left(\mathbf{n}_{+}e^{i[\beta_{j}+(\tau/2)]z} + \xi_{j}\mathbf{n}_{-}e^{i[\beta_{j}-(\tau/2)]z}\right)$$

$$\xi_{j} = \left(E_{-}/E_{+}\right)_{j} = \kappa^{2}\delta/((\beta_{j}-\tau/2)^{2}-\kappa^{2})$$

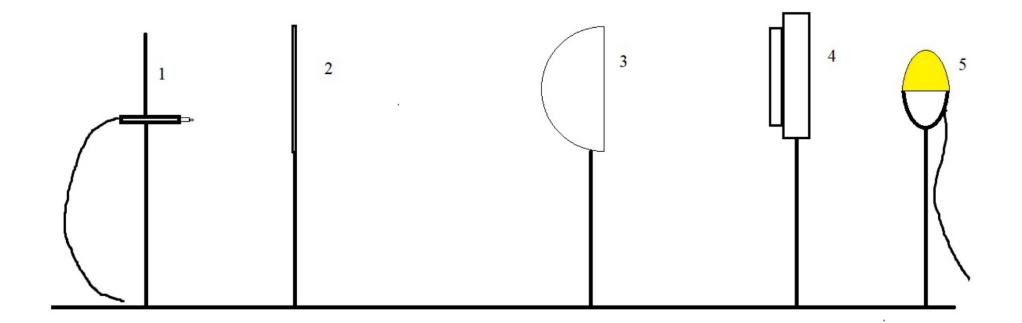
$$\overrightarrow{E}^{r} = \left(E_{+}^{r}\mathbf{n}_{-} + E_{-}^{r}\mathbf{n}_{+}\right)e^{-i(\kappa_{0}z+\omega t)}, \quad \overrightarrow{E}^{t} = \left(E_{+}^{t}\mathbf{n}_{+} + E_{-}^{t}\mathbf{n}_{-}\right)e^{i(\kappa_{0}z-\omega t)}$$

$$T = \left|\frac{E_{+}^{t}}{E_{+}^{i}}\right|^{2} = \frac{\tau^{2}\beta^{2}}{\tau^{2}\beta^{2} + \kappa^{4}\delta^{2}\sin^{2}\beta L}$$

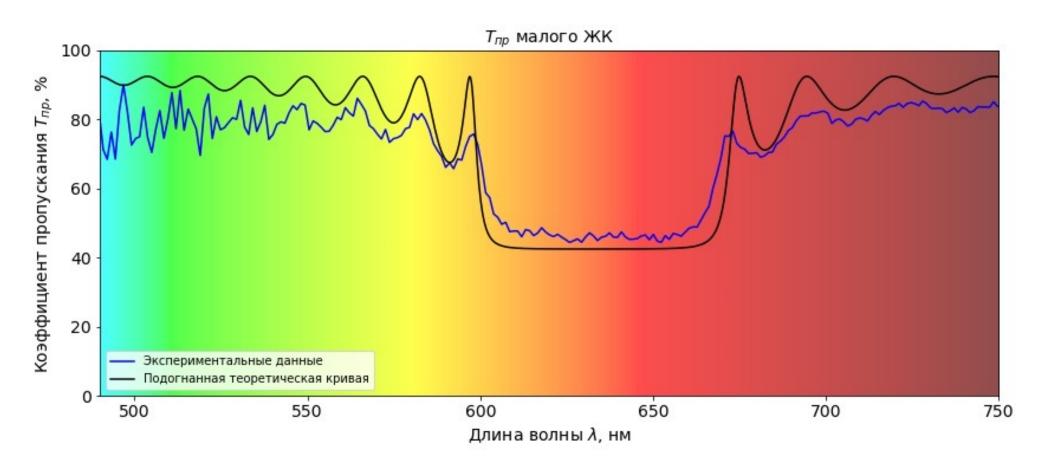


ЭКСПЕРИМЕНТ

Были исследованы два образца разного размера. Один был больше другого (в смысле площади), поэтому далее, чтобы отличать их, они будут соответственно «Малый» и «Большой». При помощи установки (см. схему) был найден коэффициент пропускания, на основе которого посчитаны параметры n, δ и L.

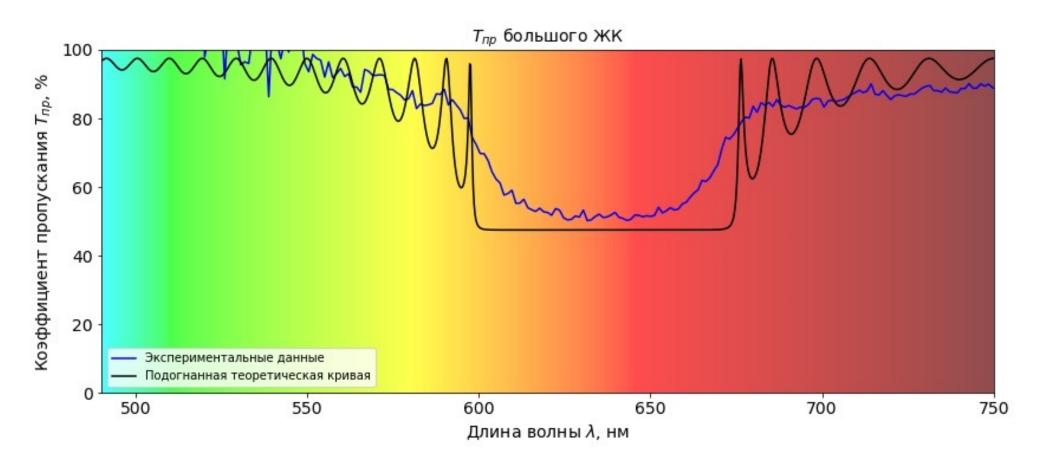


РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ МАЛОГО КРИСТАЛЛА





РЕЗУЛЬТАТЫ ДЛЯ БОЛЬШОГО КРИСТАЛЛА





ИТОГИ

• Как не составляет труда заметить, коэффициент пропускания малого кристалла лучше сходится с теорией. Однако, необходимо отметить, что свет был не поляризован, а в качестве источника использована лампа с нитью накаливания, спектр которой смещён в красную область. К тому же, в рассматриваемой модели не учитывается, что кристалл с двух сторон ограничен стеклом. Тем не менее, можно с уверенностью сказать, что эксперимент сходится с теорией.

