

3.8. Искусственная анизотропия

3.8.1. Фотоупругость.

Пьезооптический эффект – возникновение оптической анизотропии в первоначально изотропных веществах под воздействием механических напряжений. При этом среды проявляют свойства одноосных кристаллов. Исследователи: немецкий ученый Т. Зеебек (1813г.) и английский ученый Д. Брюстер (1816г.).

Этот эффект – следствие зависимости диэлектрической проницаемости от деформации и проявляется в виде двойного лучепреломления или *дихроизма* (см §3.7). Разность показателей преломления необыкновенного и обыкновенного лучей пропорциональна механическому напряжению $\sigma = F/S$, вызывающему деформацию:

$$n_e - n_o = b\sigma \quad (3.8.1)$$

где b – константа, характеризующая свойства вещества.

3.8.2. Эффект Керра

Дж. Керр (1875г.) исследовал связь между оптическими и электрическими явлениями и установил, что оптически изотропное вещество в электрическом поле приобретает свойства одноосного кристалла с оптической осью, коллинеарной вектору напряженности электрического поля \vec{E} .

Устанавливается следующее отношение между показателями преломления необыкновенного и обыкновенного лучей:

$$n_e - n_o = B\lambda E^2 \quad (3.8.2)$$

где B – постоянная Керра, λ – длина световой волны. При прохождении пути l разность оптического хода обыкновенного и необыкновенного лучей равна:

$$\Delta = B\lambda E^2 l \quad (3.8.3)$$

и разность фаз

$$\delta\varphi = k\Delta = \frac{2\pi}{\lambda} B\lambda E^2 l = 2\pi B E^2 l \quad (3.8.4)$$

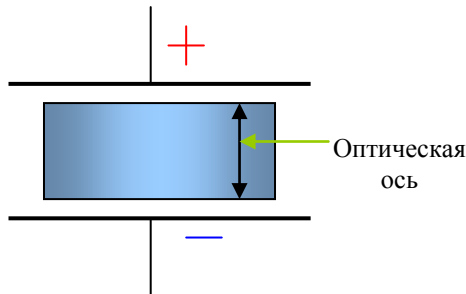


Рис. 8.1.

Эффект Керра – проявление анизотропии у самой молекулы. Количественная теория для газов была разработана Ланжевеном в 1910 г. Неполарные молекулы приобретают дипольные моменты и ориентируются в электрическом поле. Полярные молекулы просто ориентируются. Эффект зависит от концентрации молекул. Принципиальная схема наблюдения эффекта Керра изображена на рис. 8.1.

Малая инерционность эффекта Керра ($\sim 10^{-10}$ с) позволяет широко использовать это явление. В частности, ячейки Керра используются как модуляторы.

3.8.3. Эффект Коттона – Мутона (1910г.).

Эффект Коттона–Мутона – аналог эффекта Керра в магнитном поле. Если молекулы обладают анизотропией и обладают постоянными магнитными моментами, то они могут преимущественно ориентироваться постоянным магнитным полем. Как известно, эти вещества называются парамагнетиками. В достаточно сильных магнитных полях в парамагнетиках возникает анизотропия, и вследствие чего появляется двойное лучепреломление. В этом случае среда ведет себя как оптически одноосный кристалл. Схема эксперимента изображена на рисунке 8.2.

Зависимость разности показателей преломления ($n_e - n_o$) от индукции магнитного поля B при распространении света перпендикулярно к оптической оси:

$$n_e - n_o = C\lambda B^2 \quad (3.8.5)$$

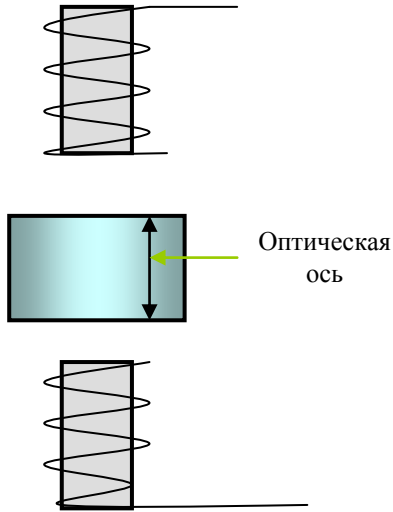


Рис. 8.2.

где C – постоянная, зависящая от свойств среды и ее физического состояния. В отличие от эффекта Фарадея, здесь наблюдается квадратичная зависимость от величины магнитного поля.

3.8.4. Линейный электрооптический эффект Поккельса.

Электрооптический эффект Поккельса (1893г.) – линейный электрооптический эффект, состоящий в изменении показателей преломления света в кристаллах под действием внешнего электрического поля. В отличие от эффекта Керра электрооптический эффект Поккельса пропорционален первой степени напряженности электрического поля:

$$n_e - n_o = \alpha E \quad (3.8.6)$$

Следствием этого эффекта в кристаллах является двойное лучепреломление или изменение двойного лучепреломления вещества из-за смещения собственной частоты во внешнем электрическом поле. Эффект наблюдается только в кристаллах, не обладающих центром симметрии, например, в кристаллах ниобата лития и арсенида галлия. В силу безинерционности (быстродействие порядка 10^{-10} с) эффект Поккельса широко применяется при создании различных устройств управления оптическим излучением, таких, как модуляторы света,

дефлекторы, переключатели оптических каналов.

Примечание 1. *Томас Иоганн Зебек, немецкий физик, 1770–1831;*
Дэвид Брюстер, шотландский физик, 1781–1868;
Джон Керр, шотландский физик, 1824–1907;
Эжени (Эме) Коттон, французский физик, 1881–1967;
Фридрих Карл Поккельс, немецкий физик, 1865–1913

Литература:

Сивухин Оптика §§90-91

Матвеев оптика §§45