



Sóng ánh sáng dao động vuông góc với mặt đường

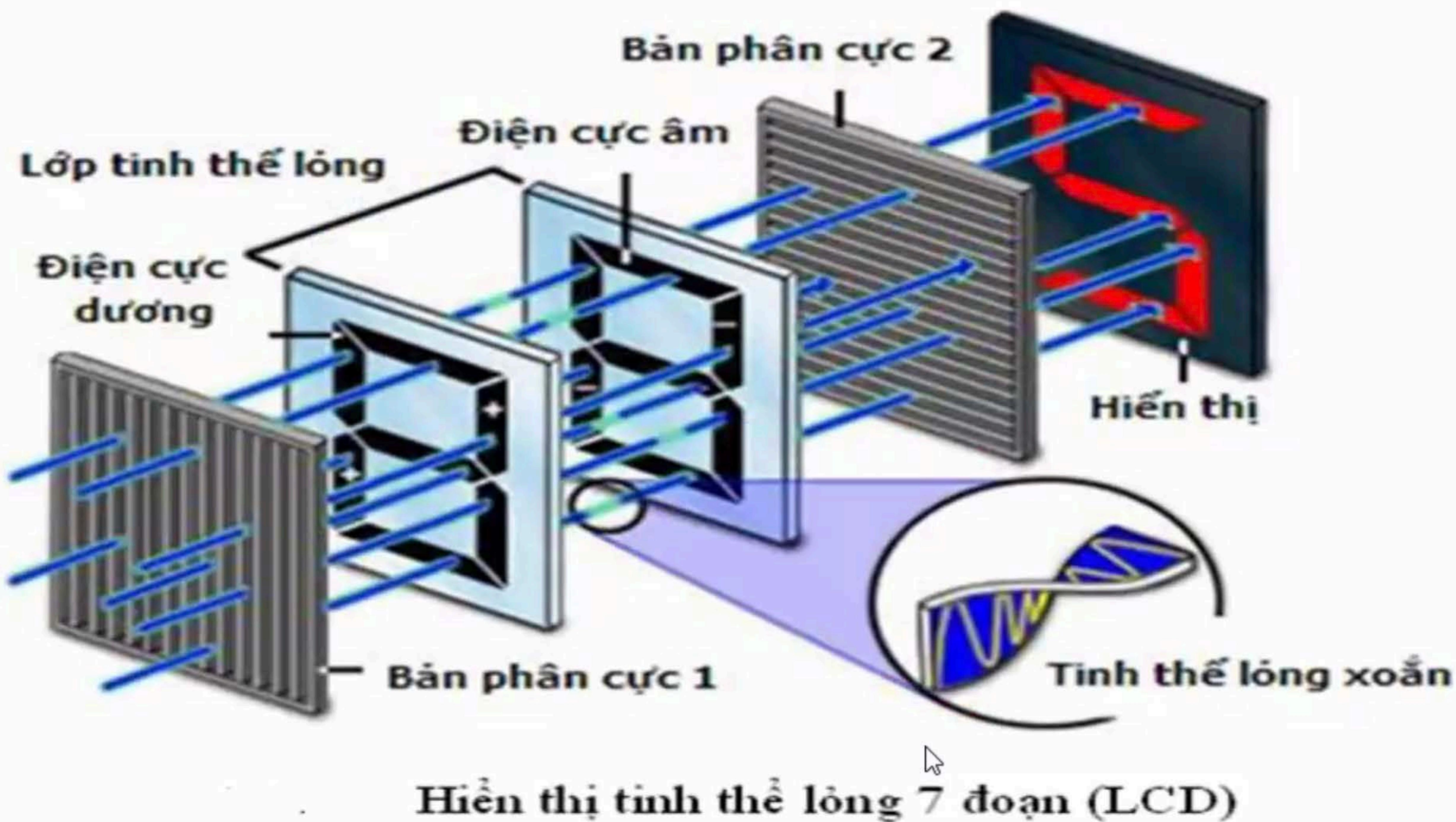


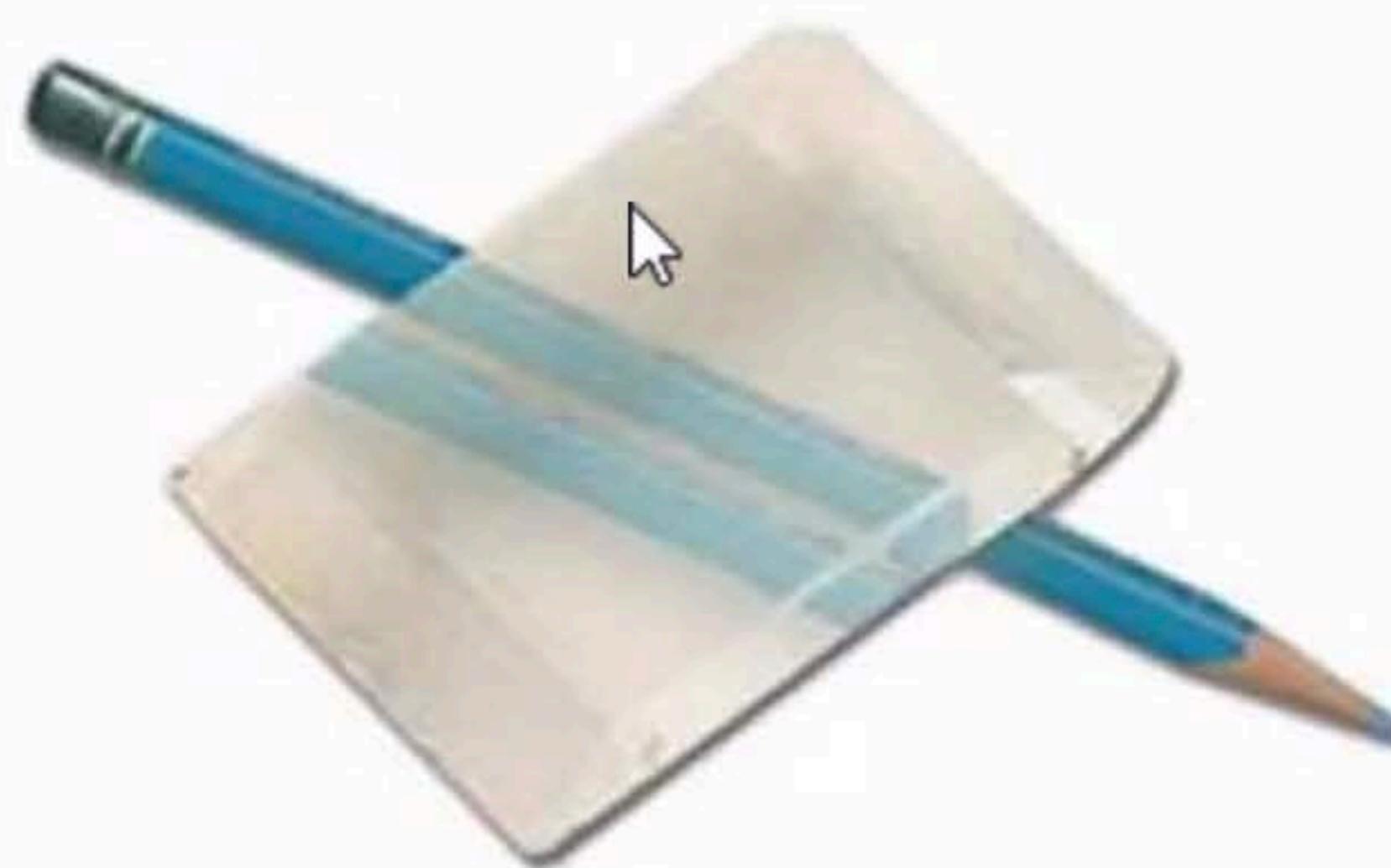
Sóng ánh sáng dao động song song với mặt đường

Hoạt động của kính râm phân cực

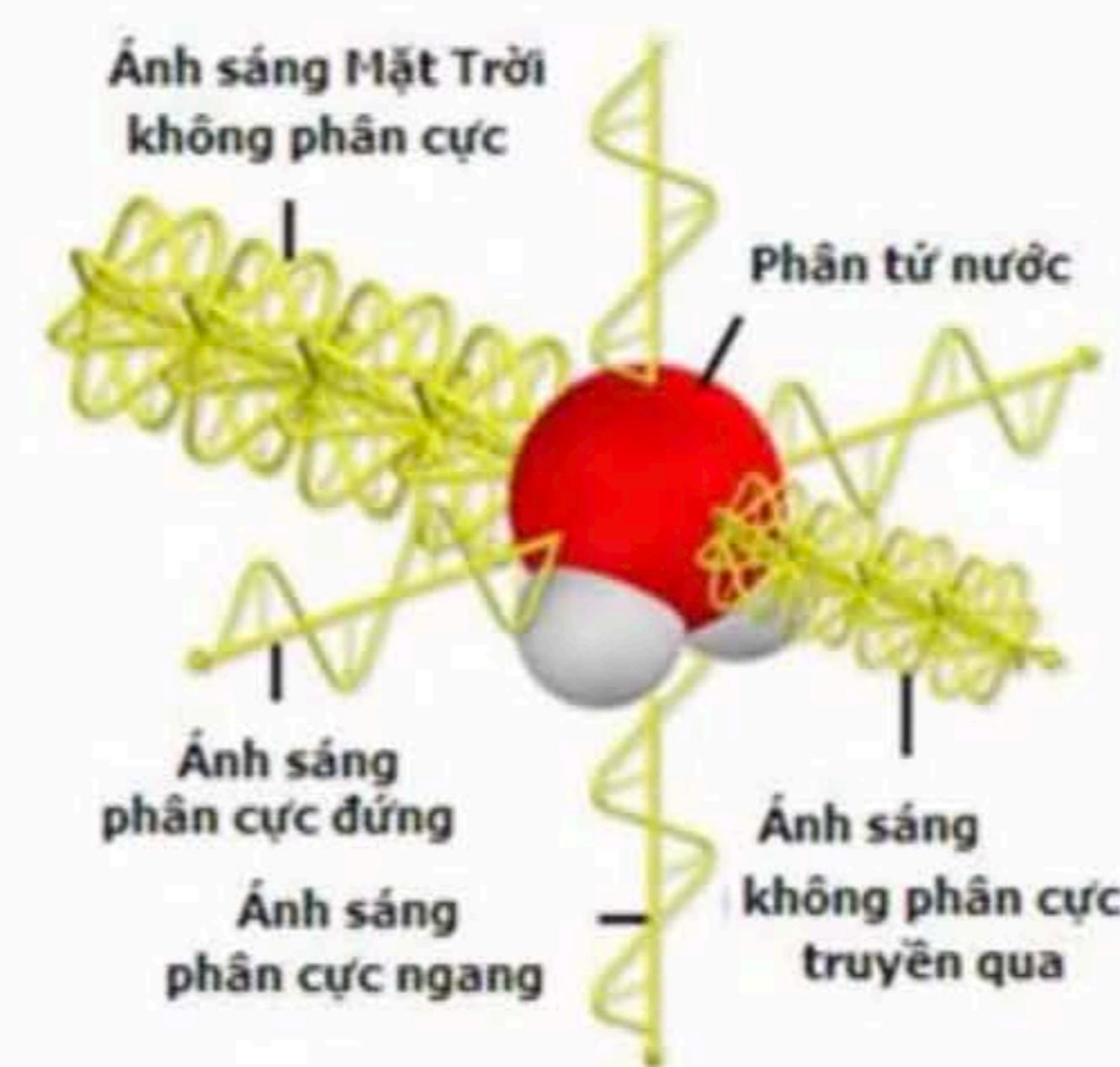
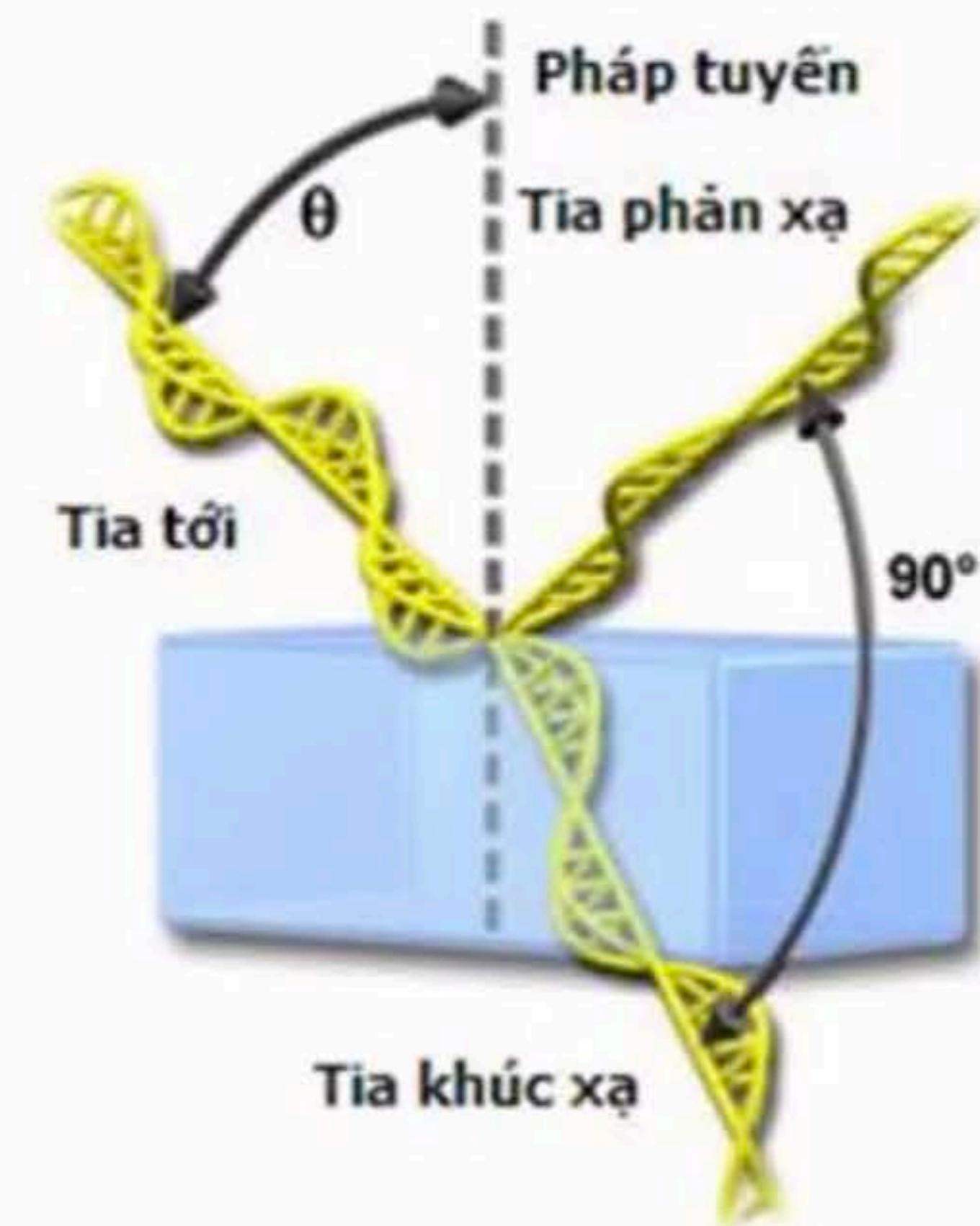


Kính 3D





Sự khúc xạ kép trong tinh thể canxit



Sự phân cực của ánh sáng Mặt Trời tán xạ

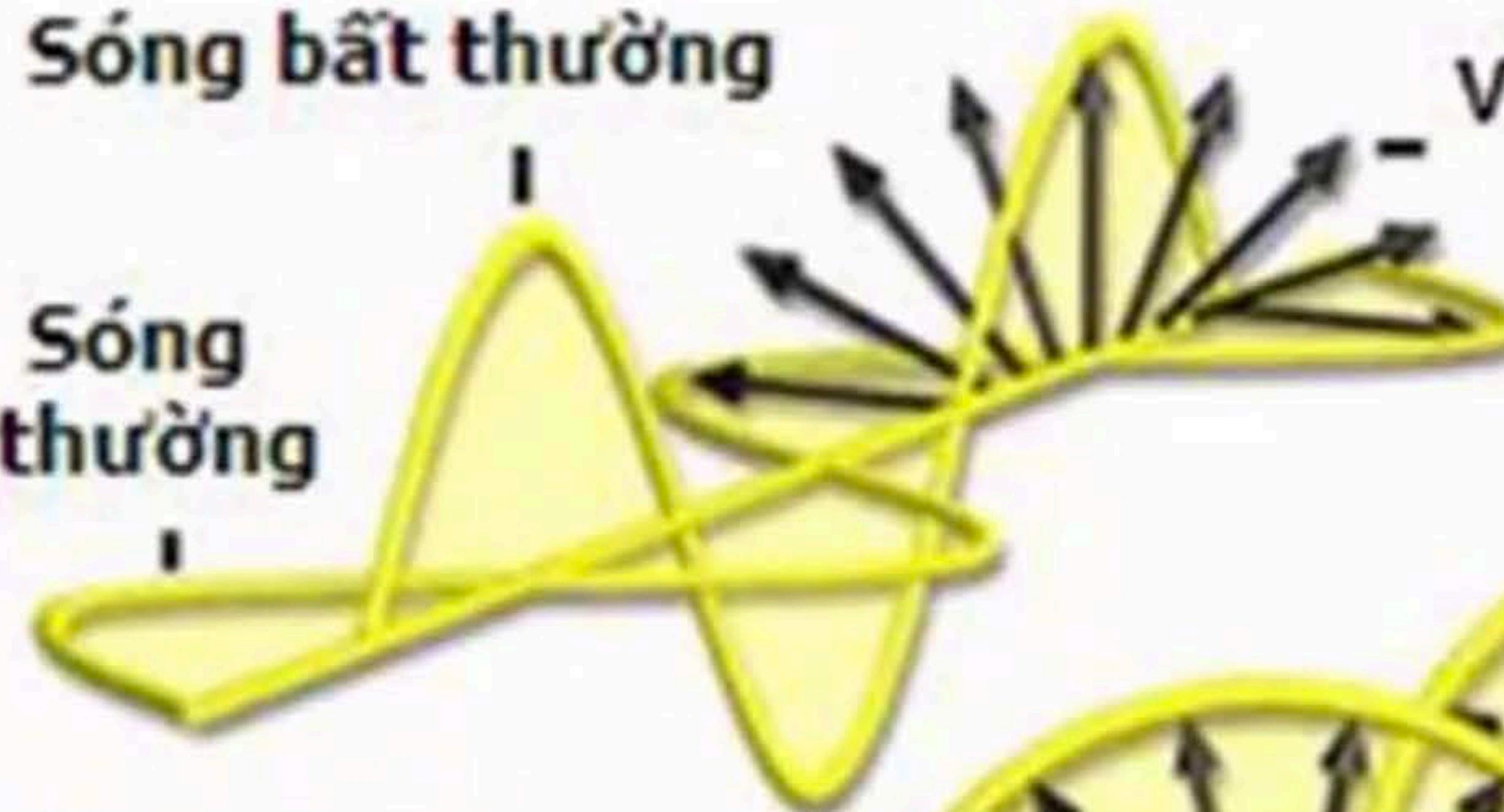


Sóng bất thường

Sóng thường

Sóng ánh sáng
vuông góc nhau

Nhìn xiên



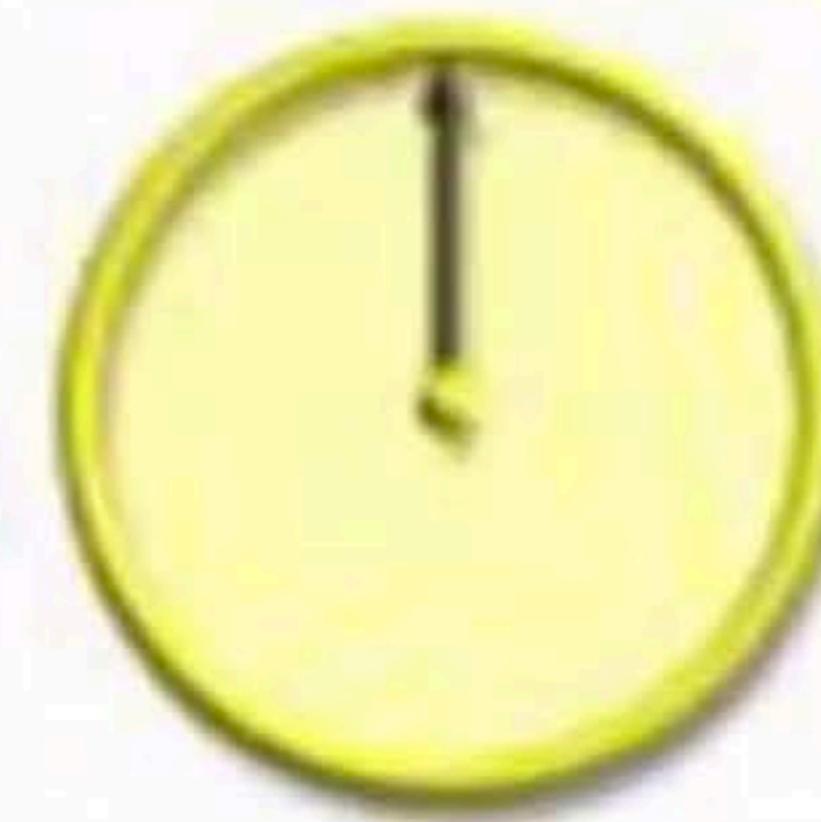
Vectơ điện

Nhìn từ sau lại



Sóng ánh sáng
phân cực elip

Phân cực tròn



Phân cực elip



Sóng ánh sáng phân cực elip và phân cực tròn

Chương 5: Phân cực ánh sáng



- 1. Sự phân cực ánh sáng** →
- 2. Phân cực do lưỡng chiết** →
- 3. Phân cực elip, phân cực tròn** →
- 4. Lưỡng chiết nhân tạo** →
- 5. Sự quay mặt phẳng phân cực** →

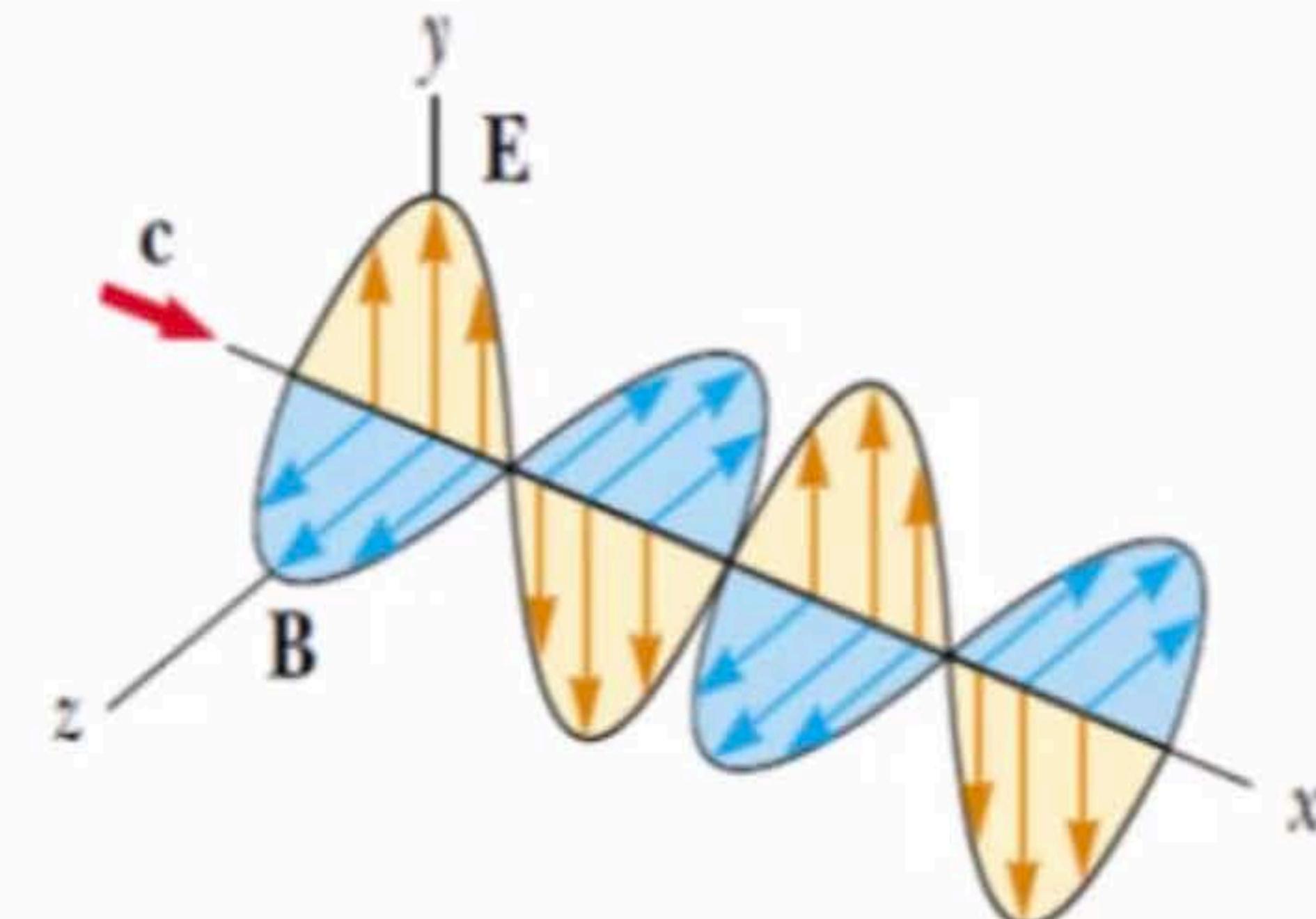


1. Sự phân cực ánh sáng

1.1. Ánh sáng tự nhiên:

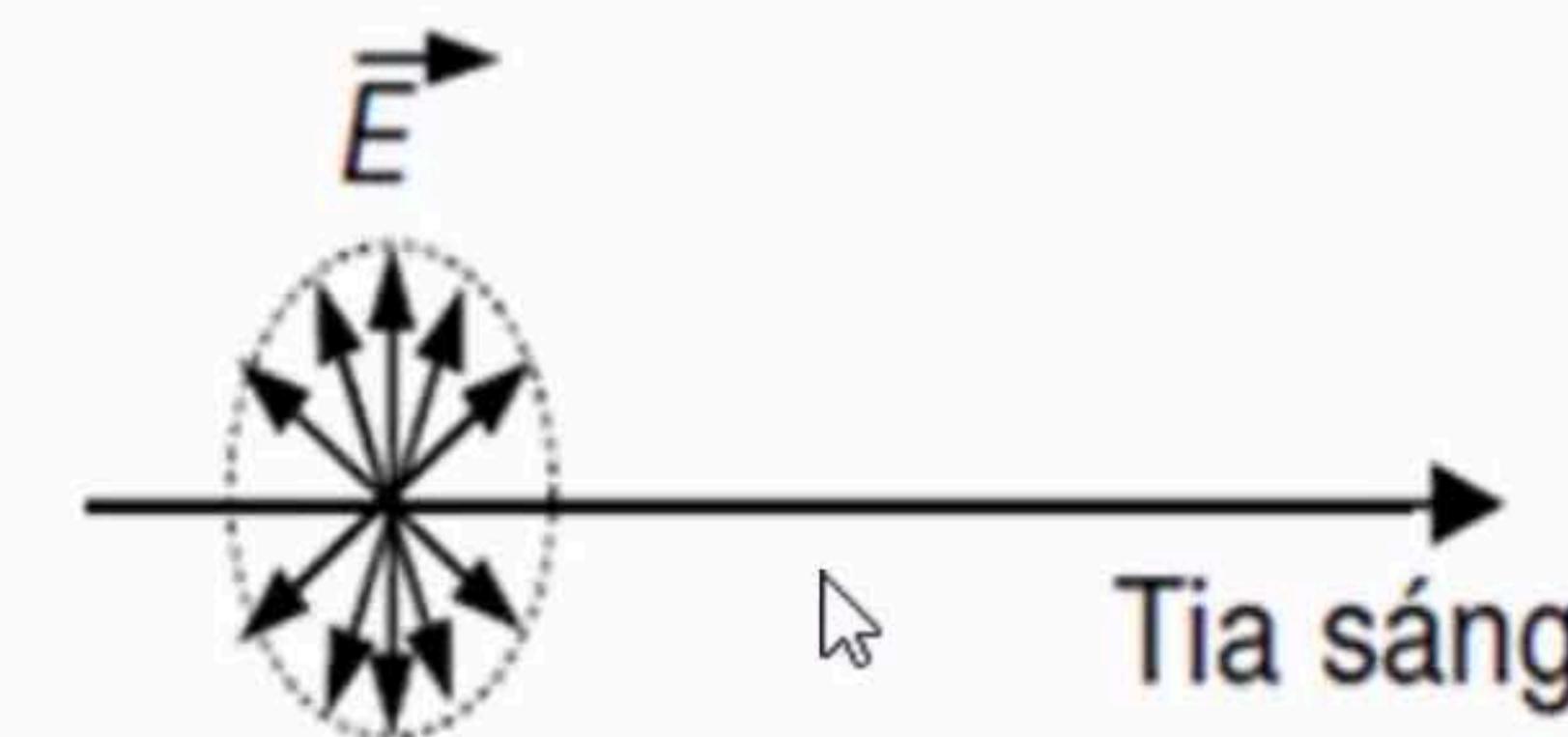
Ánh sáng - sóng điện từ

Ánh sáng do một nguồn sáng phát ra là tập hợp của vô số các đoàn sóng nối tiếp nhau.



Do tính hỗn loạn của chuyển động bên trong mỗi nguyên tử và nguồn sáng bao gồm nhiều nguyên tử \Rightarrow phương dao động của vectơ trong các đoàn sóng do các nguyên tử phát ra cũng thay đổi hỗn loạn và phân bố đều xung quanh tia sáng.

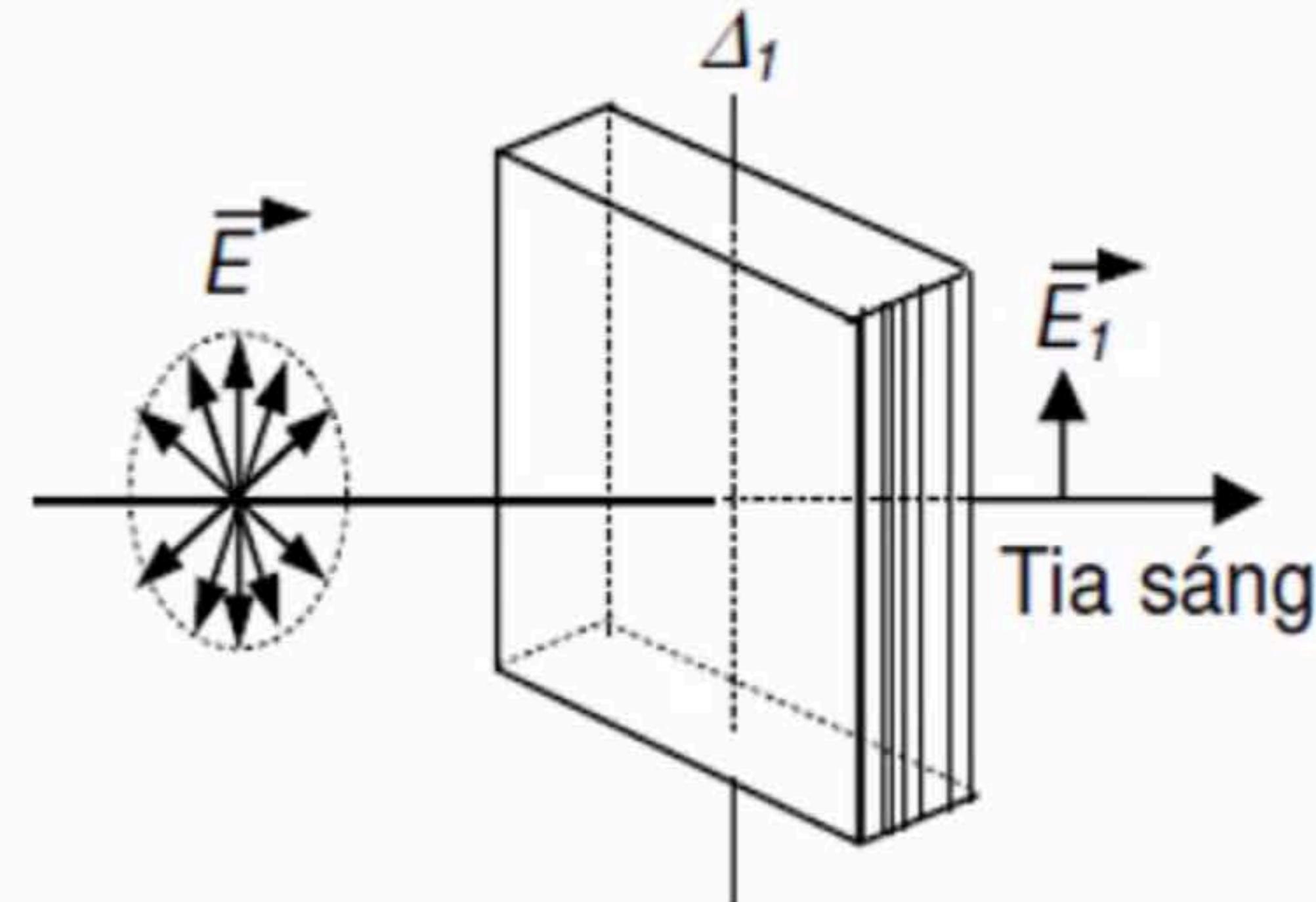
\Rightarrow **Ánh sáng tự nhiên: có vectơ cường độ điện trường dao động đều đặn theo mọi phương vuông góc tia sáng.**



1. Sự phân cực ánh sáng

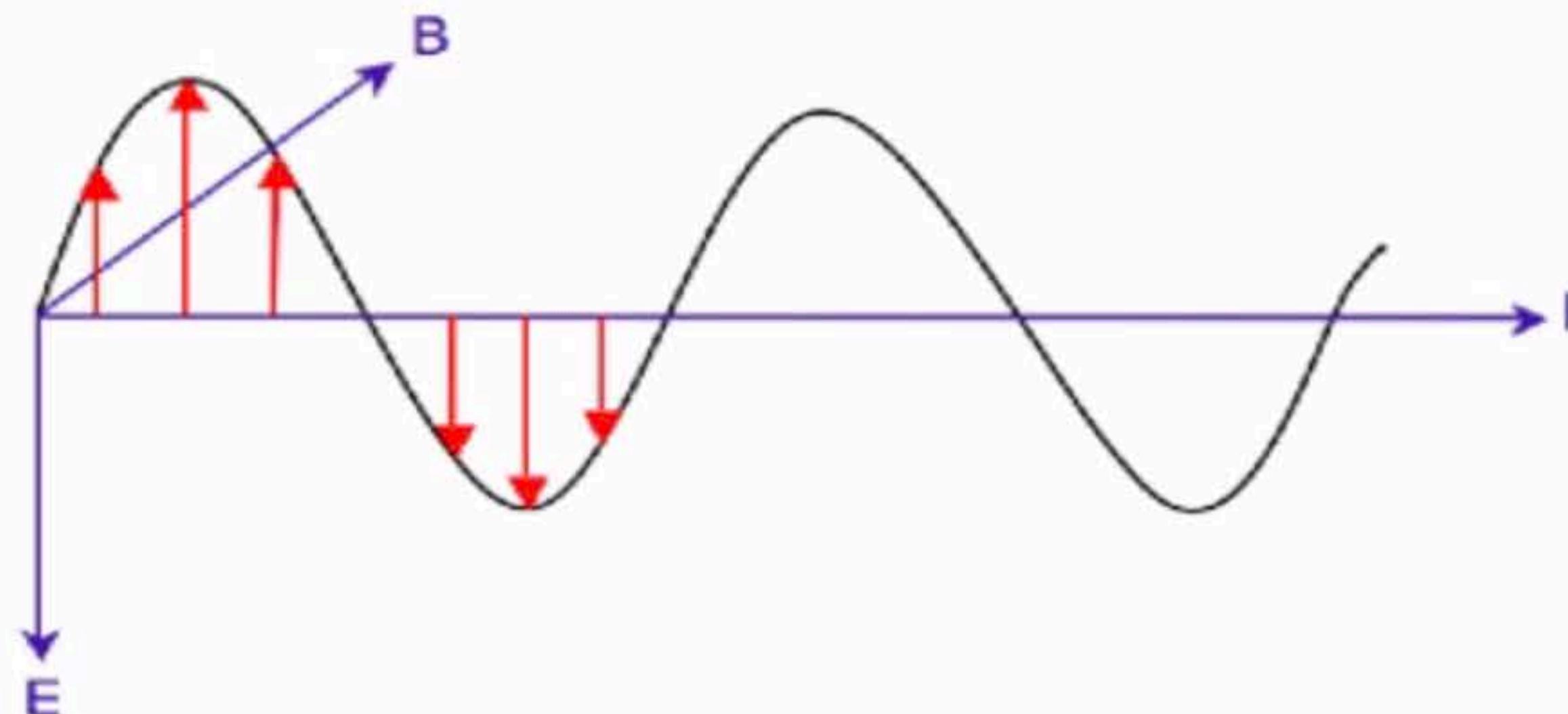
1.2. Ánh sáng phân cực

Ánh sáng tự nhiên khi đi qua môi trường bất đẳng hướng về mặt quang học (Tuamalin), trong những điều kiện nhất định nào đó → ánh sáng phân cực.



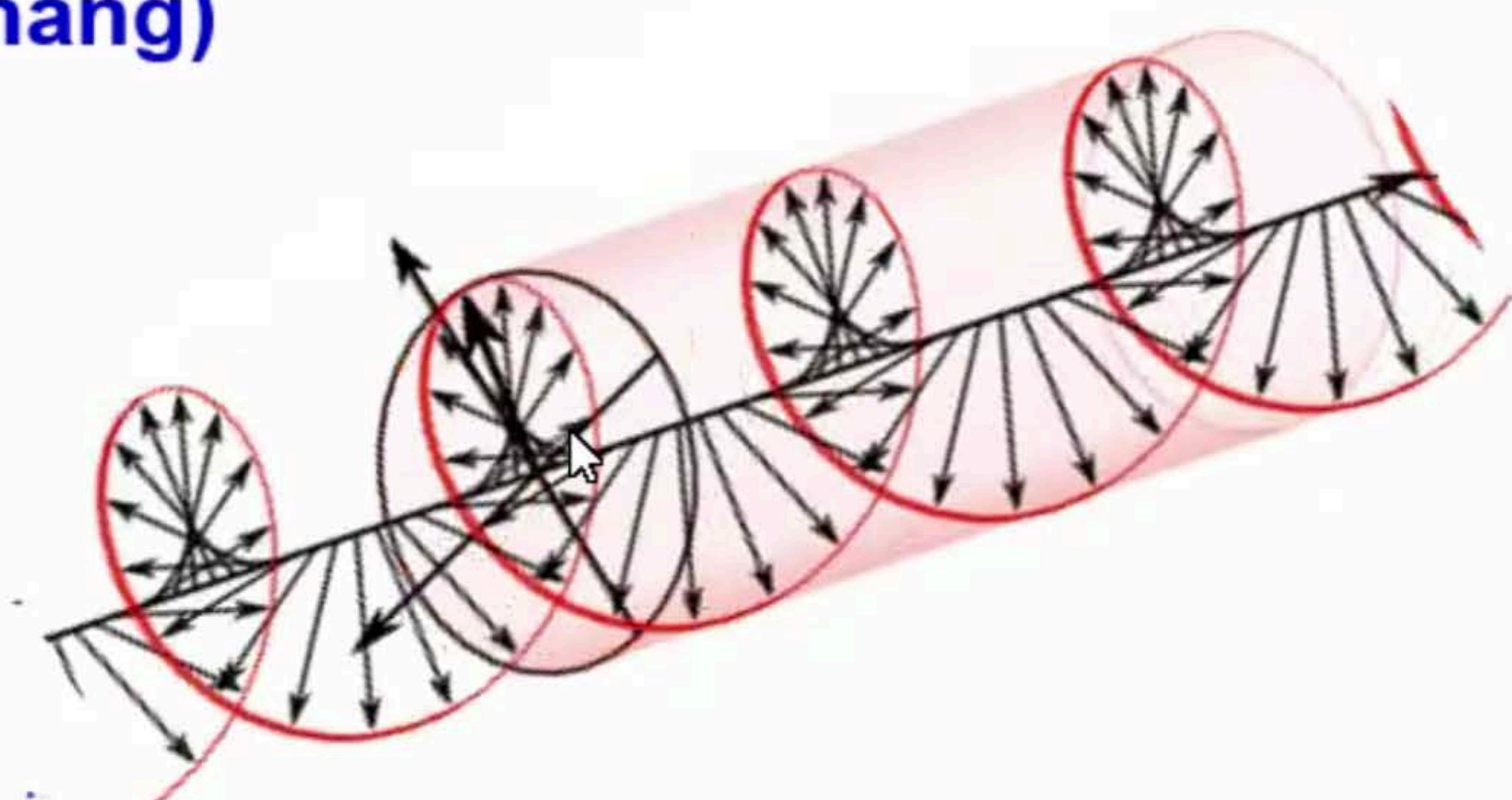
- * Ánh sáng phân cực toàn phần (phẳng)
 - * Ánh sáng phân cực một phần
 - * Ánh sáng phân cực elip (hay phân cực tròn)
- Hiện tượng ánh sáng tự nhiên biến thành ánh sáng phân cực gọi là **hiện tượng phân cực ánh sáng**.

1. Sự phân cực ánh sáng

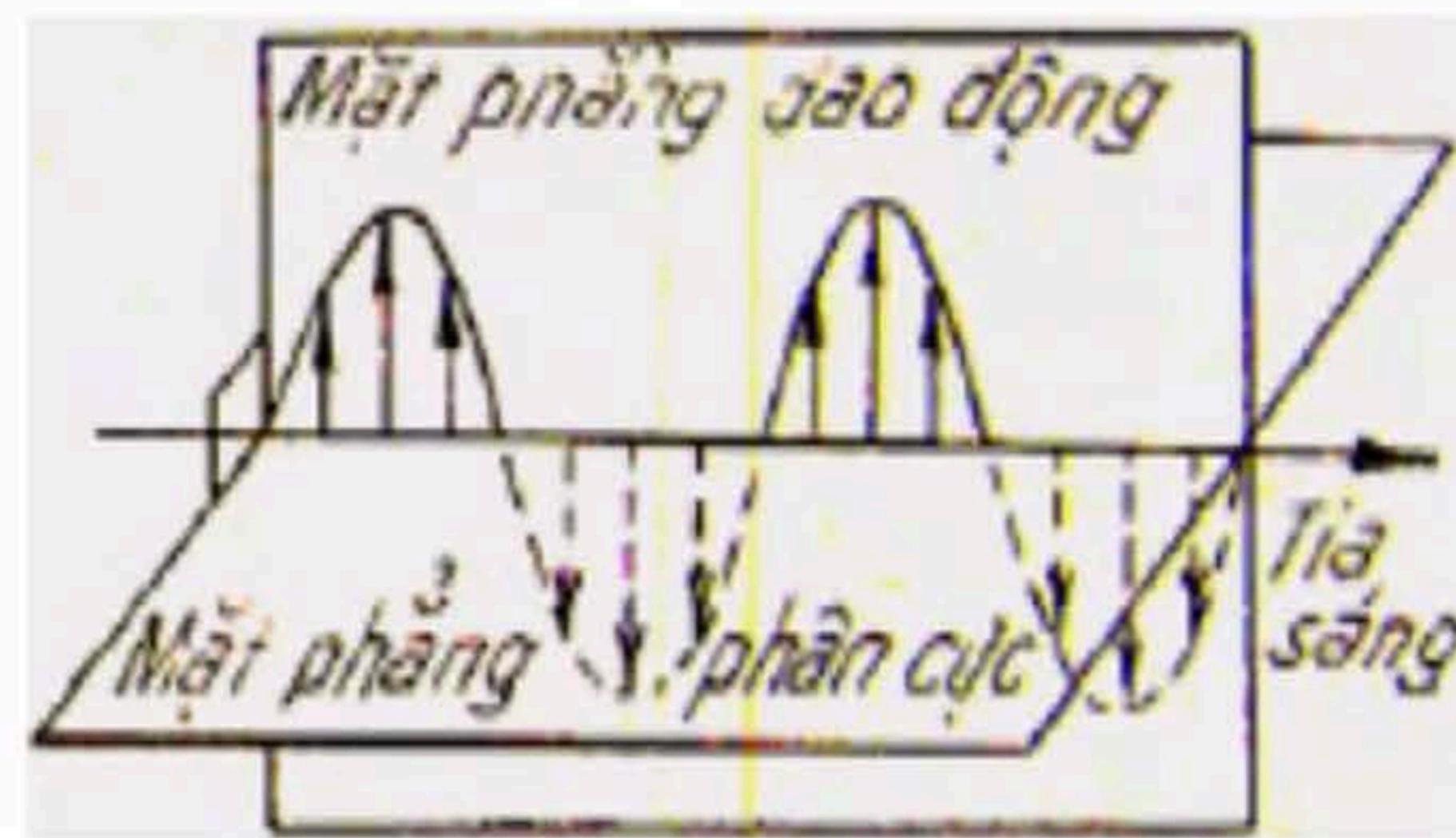


Ánh sáng phân cực toàn phần (thẳng)

Ánh sáng phân cực tròn



1. Sự phân cực ánh sáng



Mặt phẳng dao động: mặt phẳng chứa tia sáng và phương \vec{E}

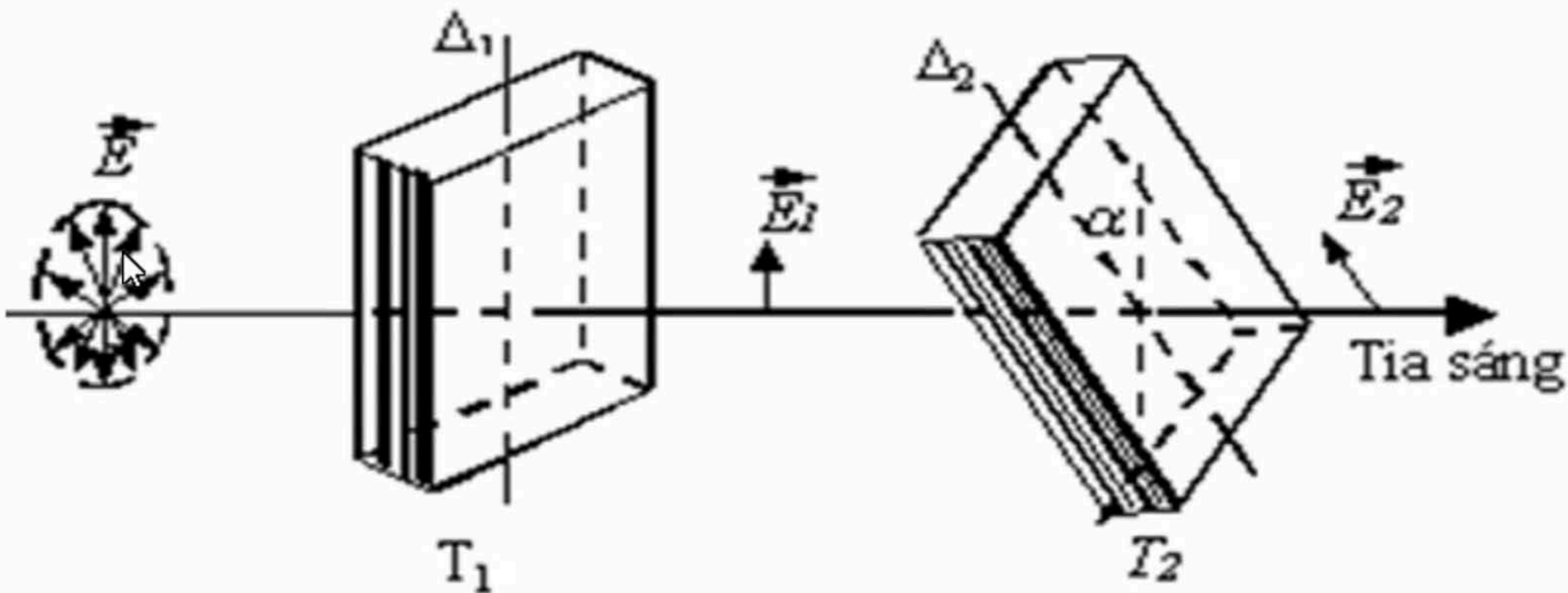


Mặt phẳng phân cực: mặt phẳng chứa tia sáng và vuông góc với mặt phẳng dao động

Quang trực của bản phân cực: Δ

1. Sự phân cực ánh sáng

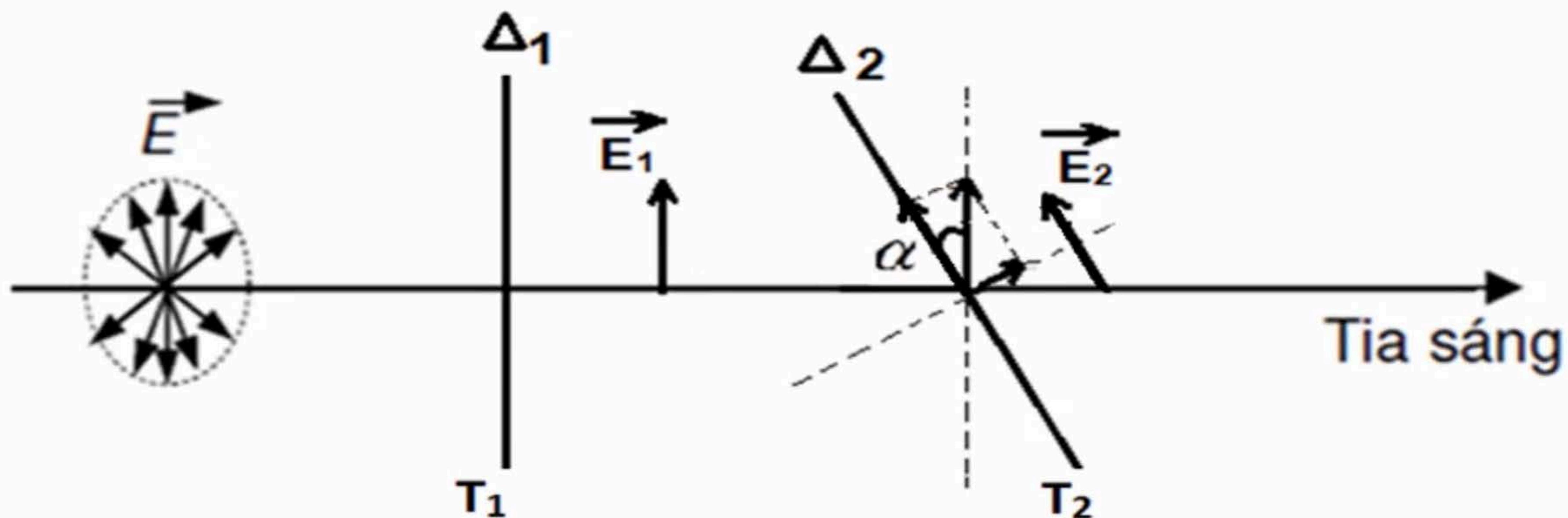
1.3. Định luật Malus về phân cực ánh sáng:



Khi cho một chùm tia sáng tự nhiên truyền qua hai bản tuamalin có quang trực hợp với nhau một góc α thì cường độ sáng I nhận được tỉ lệ với $\cos^2\alpha$.

1. Sự phân cực ánh sáng

1.3. Định luật Malus về phân cực ánh sáng:



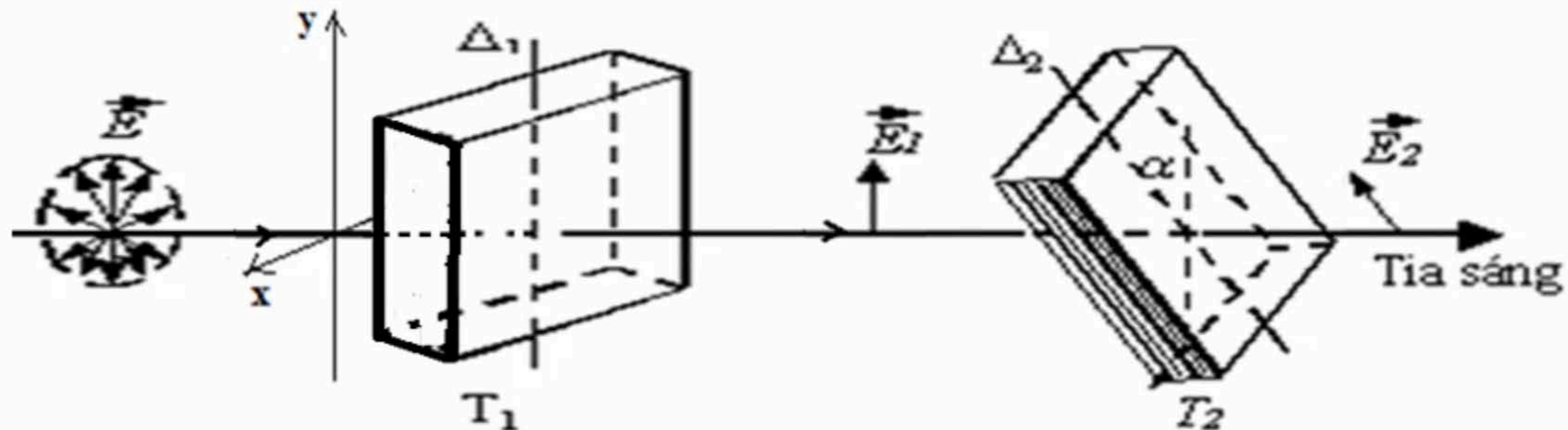
Khi cho một chùm tia sáng tự nhiên truyền qua hai bản tuamalin có quang trực hợp với nhau một góc α thì cường độ sáng I nhận được tỉ lệ với $\cos^2\alpha$.

$$I_2 = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$$

1. Sự phân cực ánh sáng

Xây dựng định luật:

Xét ánh sáng tự nhiên tới bản T_1 , có Δ_1



Phân tích \vec{E} thành : $\vec{E}_x \perp \Delta_1; \vec{E}_y // \Delta_1 \rightarrow E^2 = E_x^2 + E_y^2 \quad \overline{E_x^2} = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E^2}$

sau khi qua bản T_1 : $\vec{E}_1 = \vec{E}_y \quad I_1 = E_1^2 = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E^2} = \frac{1}{2} I_0$

Đặt sau T_1 bản T_2 có Δ_2 : $\alpha = (\Delta_1, \Delta_2)$ **\vec{E}_1 được phân tích:** $\vec{E}_1 \cos \alpha // \Delta_2$

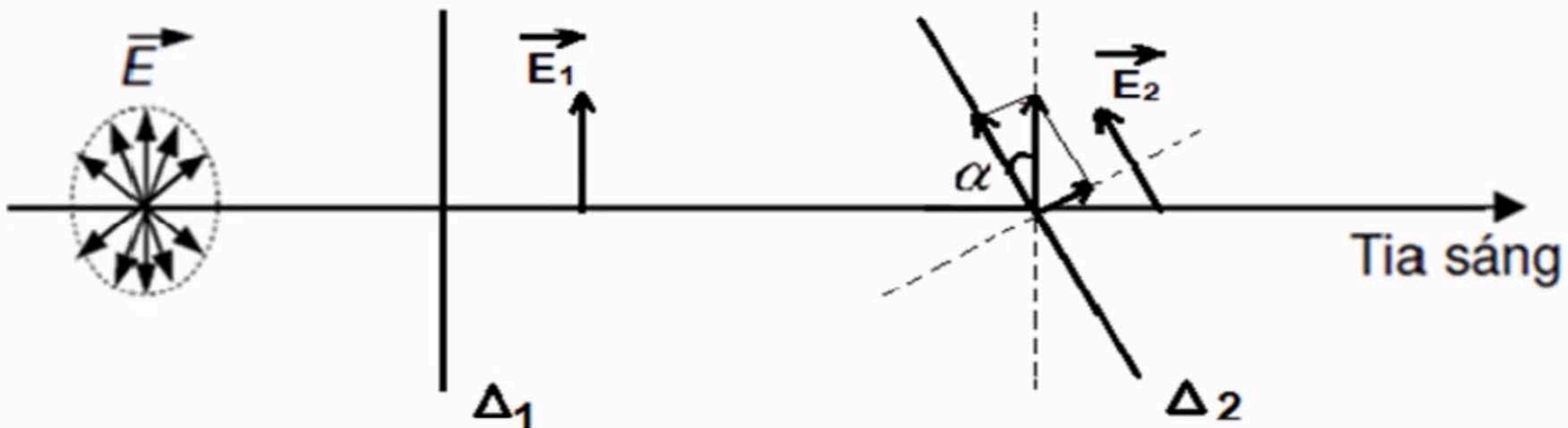
→ sau bản T_2 : $\vec{E}_2 = \vec{E}_1 \cos \alpha \quad \vec{E}_1 \sin \alpha \perp \Delta_2$

Và : $I_2 = E_2^2 = E_1^2 \cos^2 \alpha = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$

1. Sự phân cực ánh sáng

Xây dựng định luật:

Xét ánh sáng tự nhiên tới bản T_1 , có Δ_1



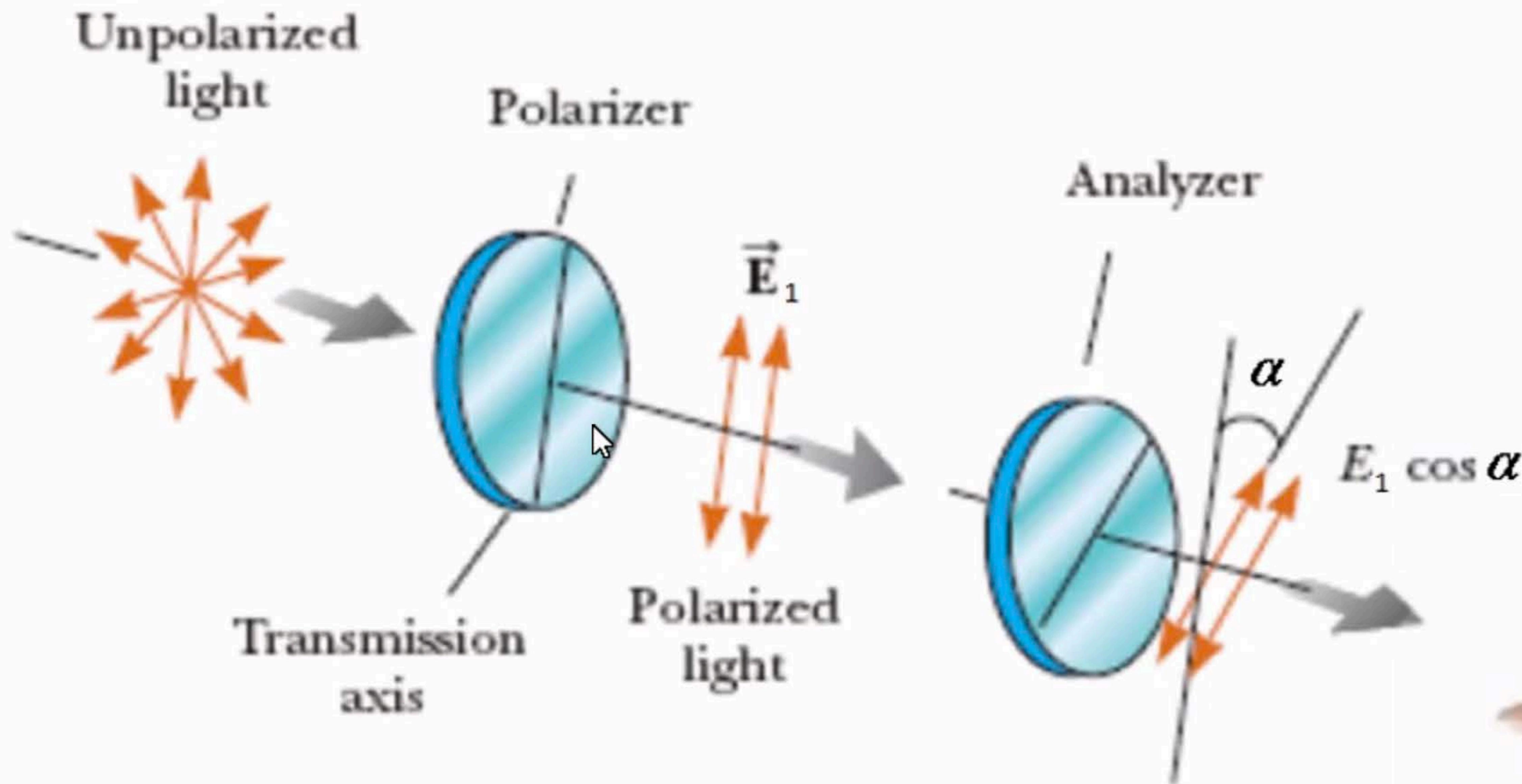
Phân tích \vec{E} thành : $\vec{E}_x \perp \Delta_1; \vec{E}_y // \Delta_1 \rightarrow E^2 = E_x^2 + E_y^2 \quad \overline{E_x^2} = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E^2}$

sau khi qua bản T_1 : $\vec{E}_1 = \vec{E}_y \quad I_1 = E_1^2 = \overline{E_y^2} = \frac{1}{2} \overline{E^2} = \frac{1}{2} I_0$

Đặt sau T_1 bản T_2 có Δ_2 : $\alpha = (\Delta_1, \Delta_2)$ **\vec{E}_1 được phân tích:** $\vec{E}_1 \cos \alpha // \Delta_2$
→ sau bản T_2 : $\vec{E}_2 = \vec{E}_2' \quad \vec{E}_1 \sin \alpha \perp \Delta_2$

Và : $I_2 = E_2^2 = E_1^2 \cos^2 \alpha = I_1 \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} I_0 \cos^2 \alpha$

1. Sự phân cực ánh sáng



Phương pháp phân cực ánh sáng bằng kính phân cực.

1. Sự phân cực ánh sáng

1.4. Sự phân cực ánh sáng do phản xạ và khúc xạ

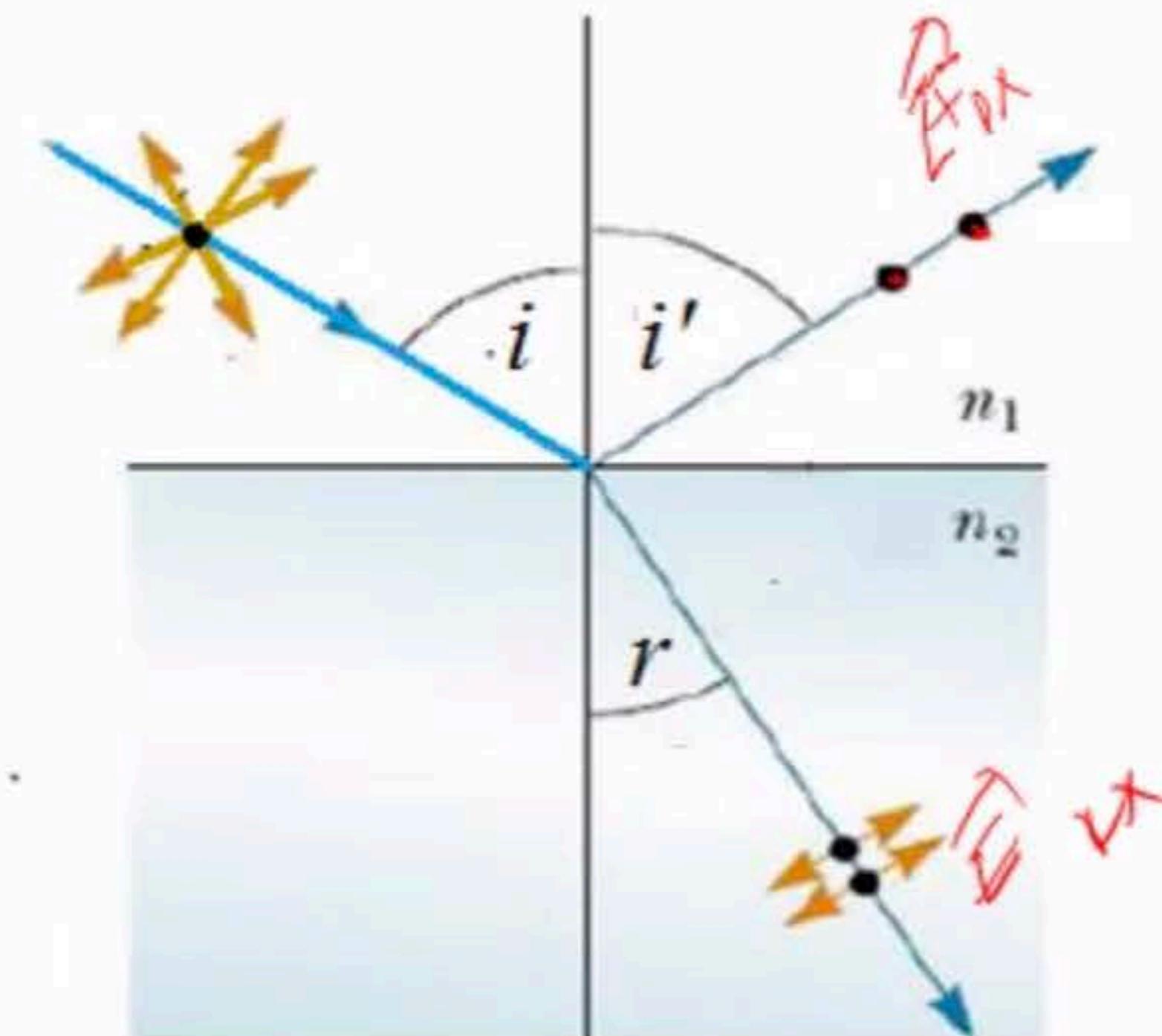
Khi thay đổi góc tới thì mức độ phân cực của tia phản xạ và tia khúc xạ cũng thay đổi.

Khi góc tới i thỏa mãn điều kiện: $\tan i_B = n_{21}$
thì tia phản xạ sẽ phân cực toàn phần.

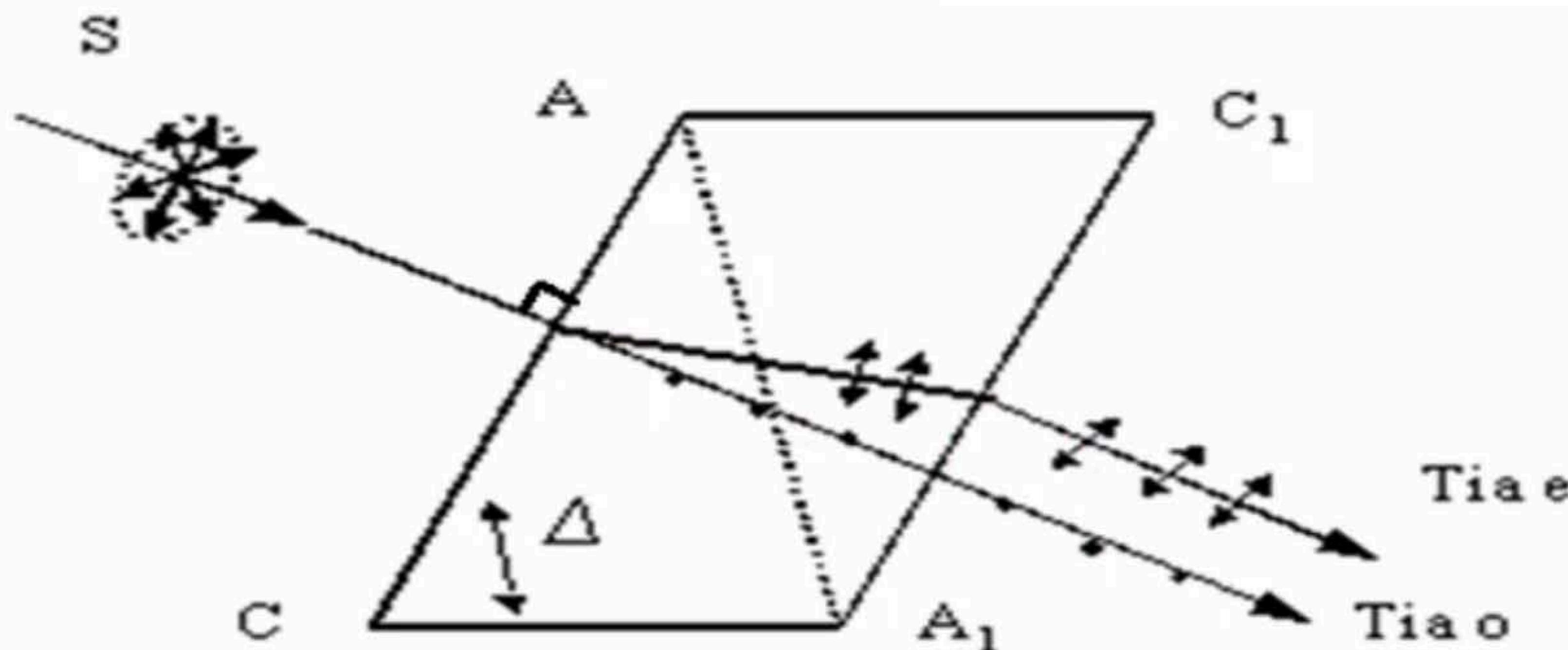
$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

là chiết suất tỉ đối của môi trường khúc xạ đối với môi trường ánh sáng tới

i_B : là góc tới Brewster hay góc phân cực toàn phần.



2. Phân cực do lưỡng chiết



-Tia thường (O): tuân theo định luật khúc xạ ánh sáng; phân cực toàn phần, có vectơ sáng vuông góc với một mặt phẳng chính của tia đó; $n_o = \text{const}$

- Tia bất thường (e): không tuân theo định luật khúc xạ ánh sáng; phân cực toàn phần, có vectơ sáng nằm trong mặt phẳng chính của nó; n_e phụ thuộc vào phương truyền.

Hiệu quang lô hai tia là: $\Delta L = L_o - L_e = (n_o - n_e)d$

2. Phân cực do lưỡng chiết

Khi ló ra khỏi tinh thể, hai tia thường và tia bất thường chỉ khác nhau về phương phân cực.

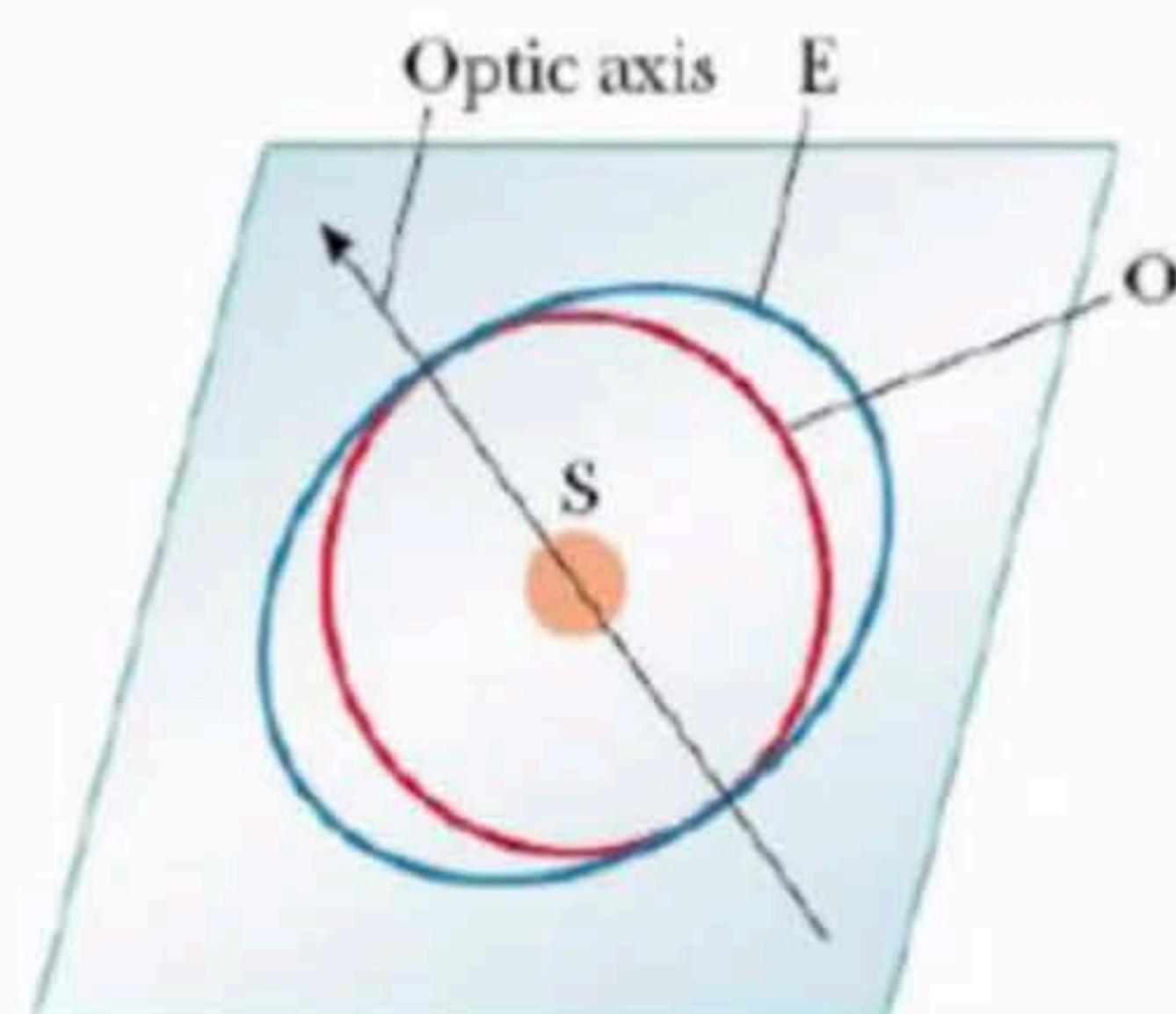
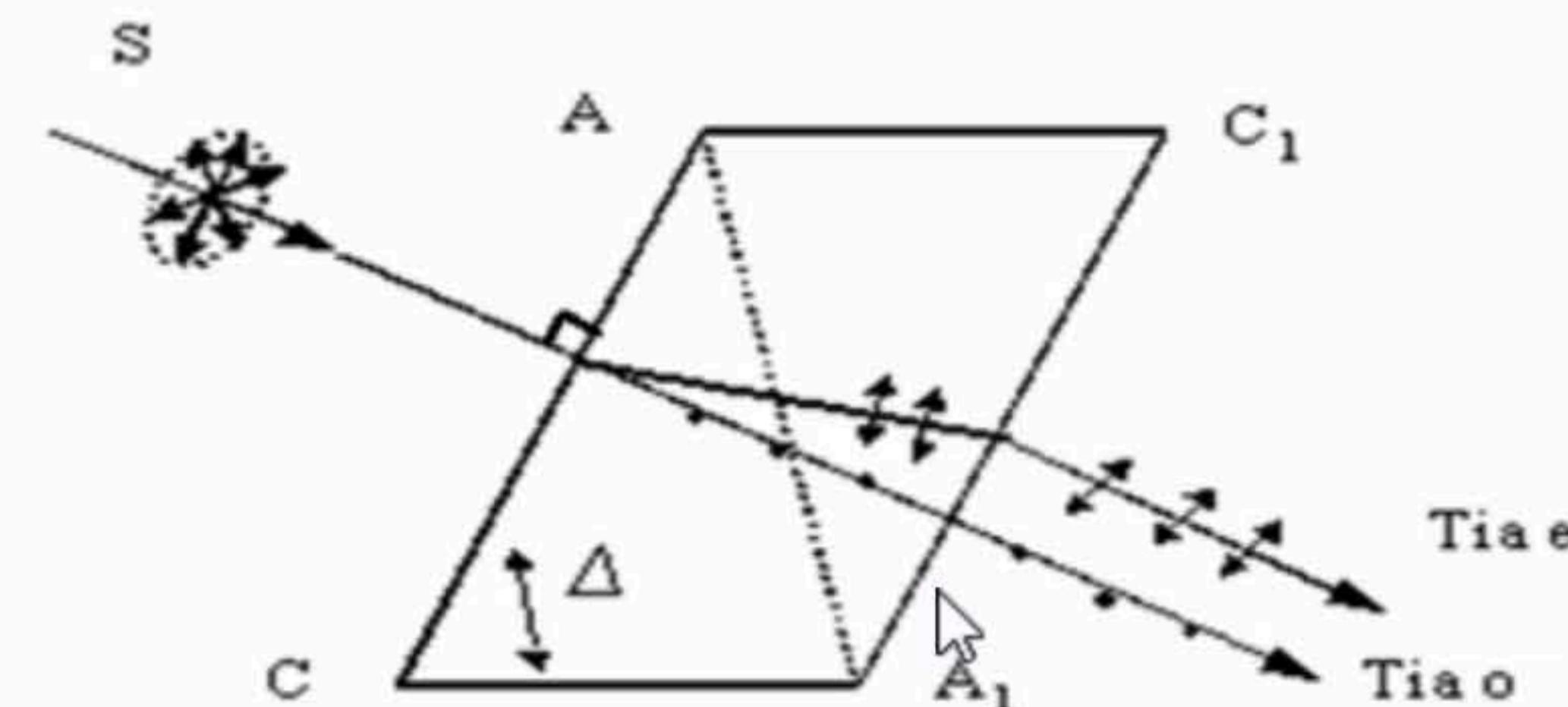
Với tinh thể băng lan ta có: $n_e \leq n_o$

$$\rightarrow v_e \geq v_o$$

* **Tinh thể lưỡng trực:**

Trong tự nhiên còn có tinh thể lưỡng trực (có hai quang trực theo hai hướng khác nhau).

Tia sáng tự nhiên truyền qua tinh thể \Rightarrow tách thành hai tia khúc xạ nhưng cả hai tia này đều là những tia bất thường.



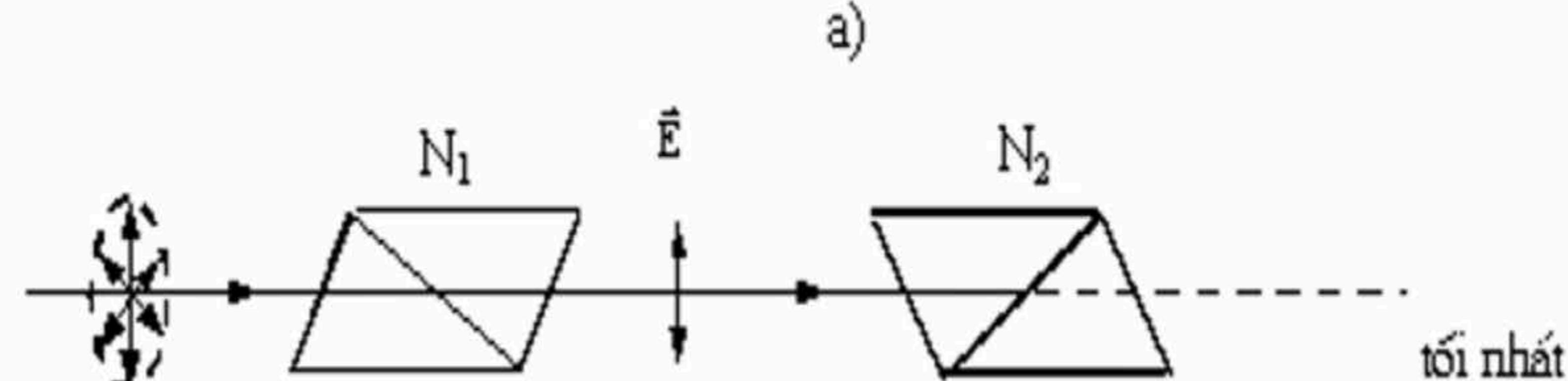
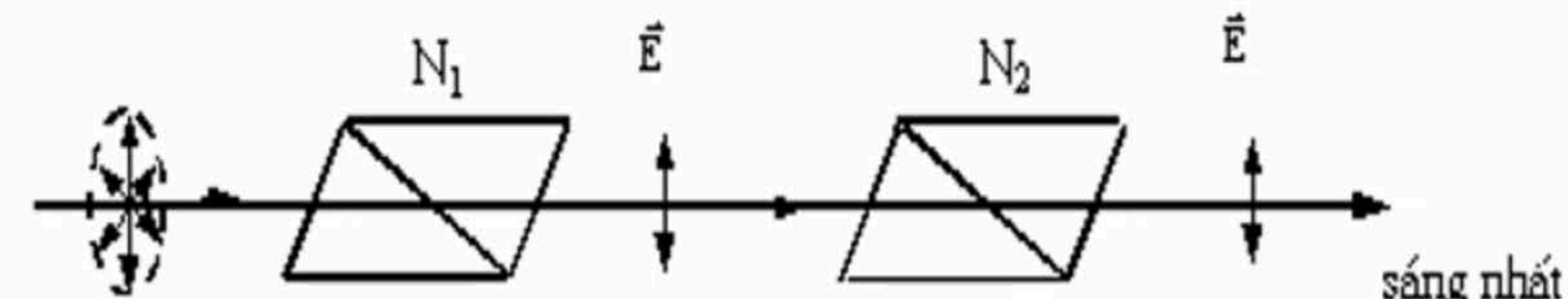
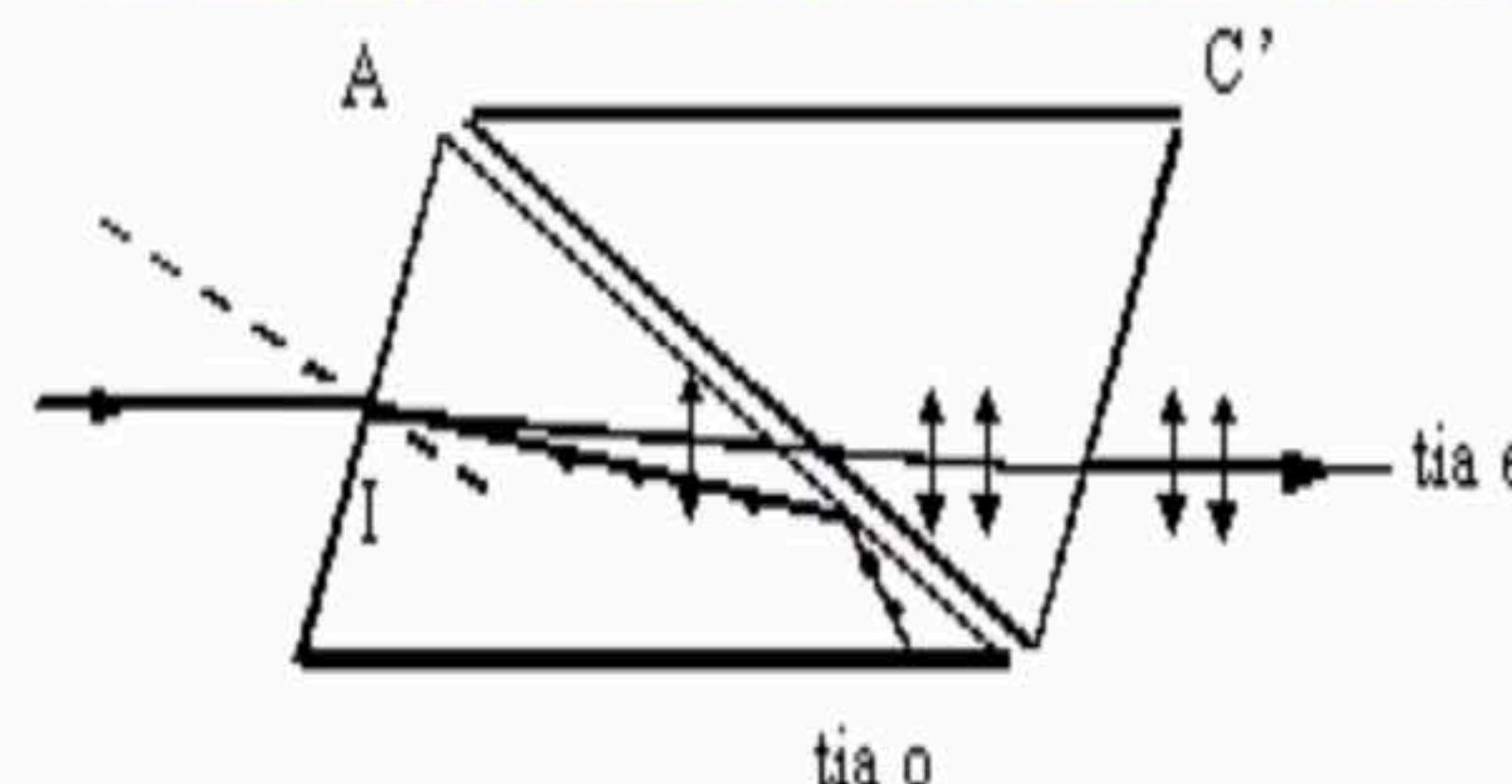
2. Phân cực do lưỡng chiết

2. 2. kính phân cực

+ Sử dụng các tinh thể lưỡng chiết để chế tạo kính phân cực.

+ Bản polarôit

+ Lăng kính Nicol (Nicôon)



Lăng kính Nicol

a) *Hai nicôon song song*

b) *Hai nicôon bắt chéo*

3. Ánh sáng phân cực elip, phân cực tròn

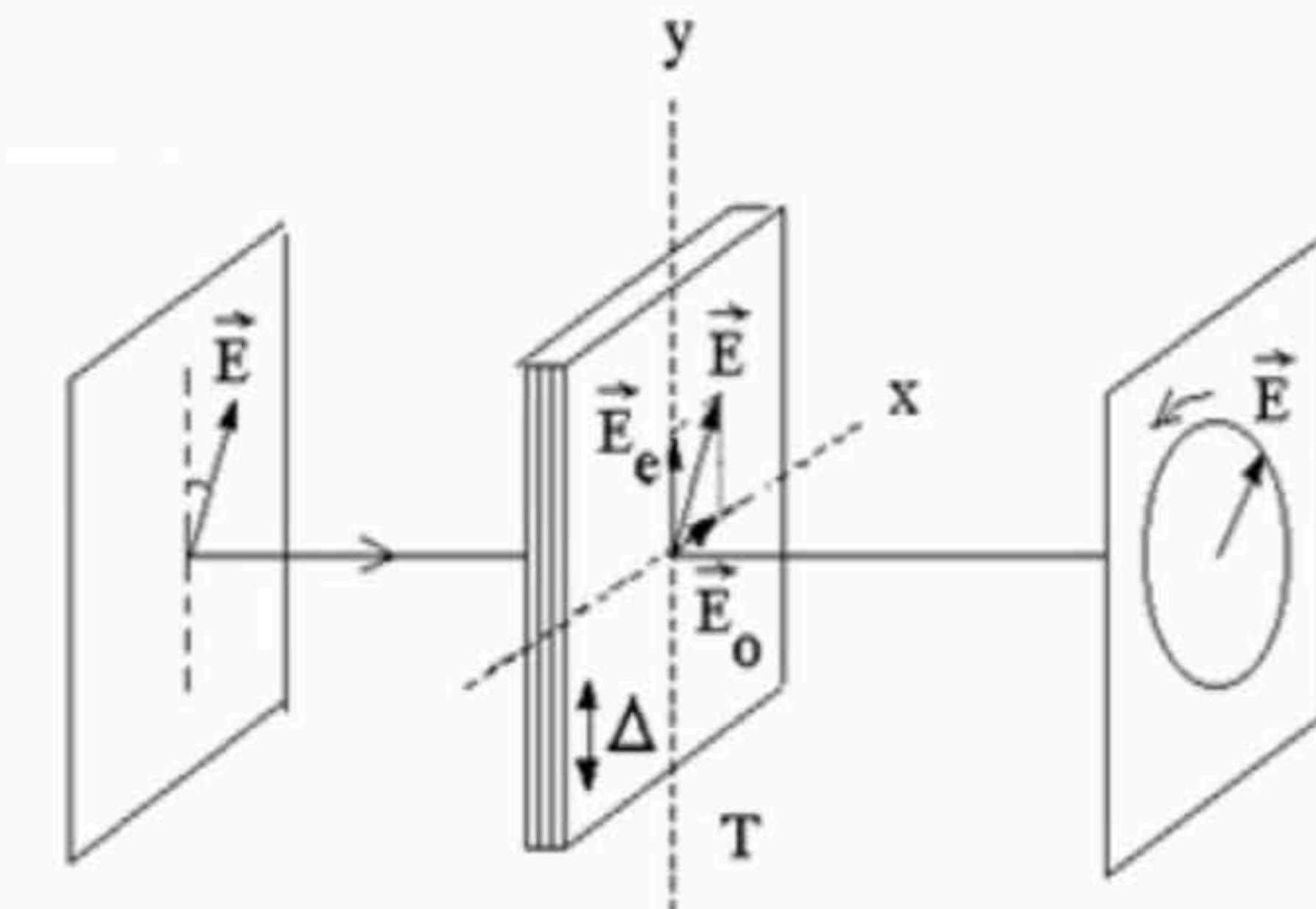
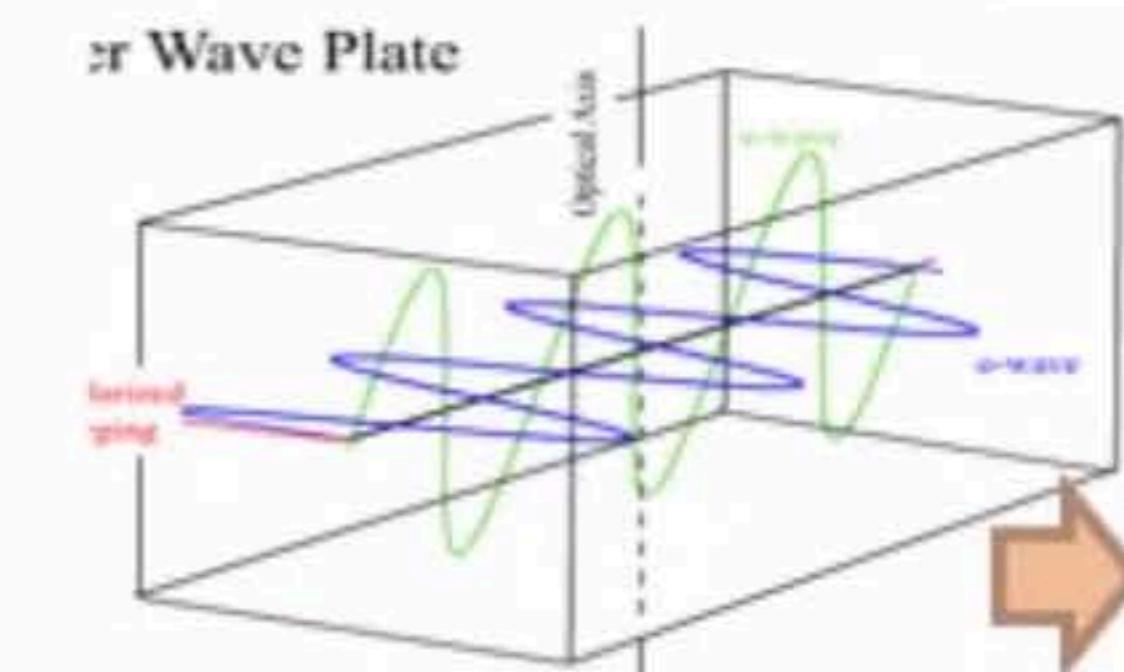
Chiếu tia sáng phân cực toàn phần

vào bản tinh thể có $(\vec{E}, \Delta) = \alpha$

→ tia sáng bị tách thành hai tia: \vec{E}_o , và \vec{E}_e

\vec{E}_o , và \vec{E}_e đều nằm trong mặt phẳng vuông góc với tia sáng.

Vectơ sáng tổng hợp tại điểm M sau
bản tinh thể: $\vec{E} = \vec{E}_o + \vec{E}_e$



➡ Đầu mút vectơ sáng tổng hợp sẽ chuyển động trên quỹ đạo:

$$\frac{x^2}{E_0^2} + \frac{y^2}{E_e^2} - \frac{2xy}{E_0 E_e} \cos \Delta\varphi = \sin^2 \Delta\varphi \quad \text{Với } E_0 = E \sin \alpha; E_e = E \cos \alpha$$

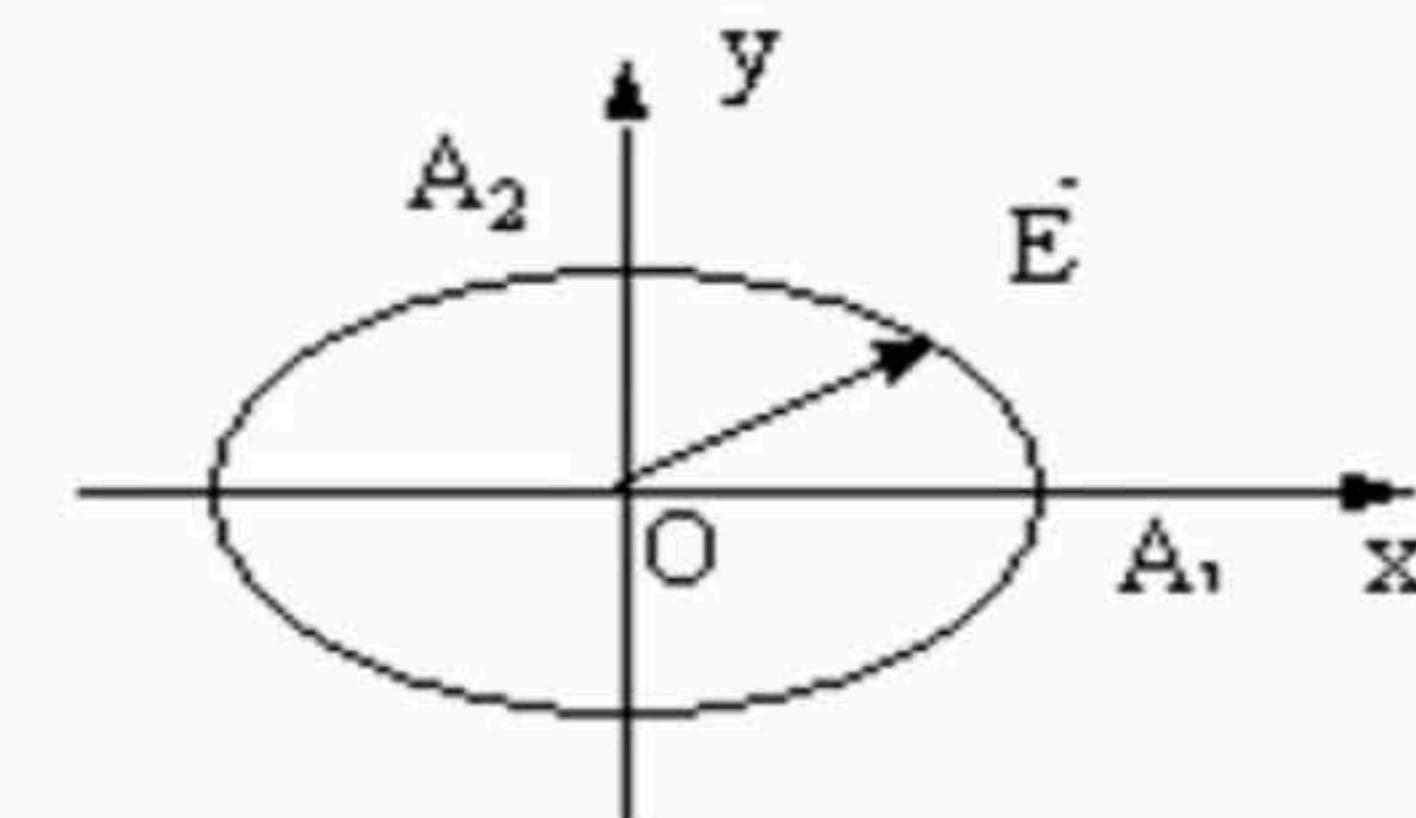
và $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (L_o - L_e) = \frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e) d \Leftrightarrow \Delta L = L_o - L_e = (n_o - n_e) d$

3. Ánh sáng phân cực elip, phân cực tròn

Trường hợp đặc biệt

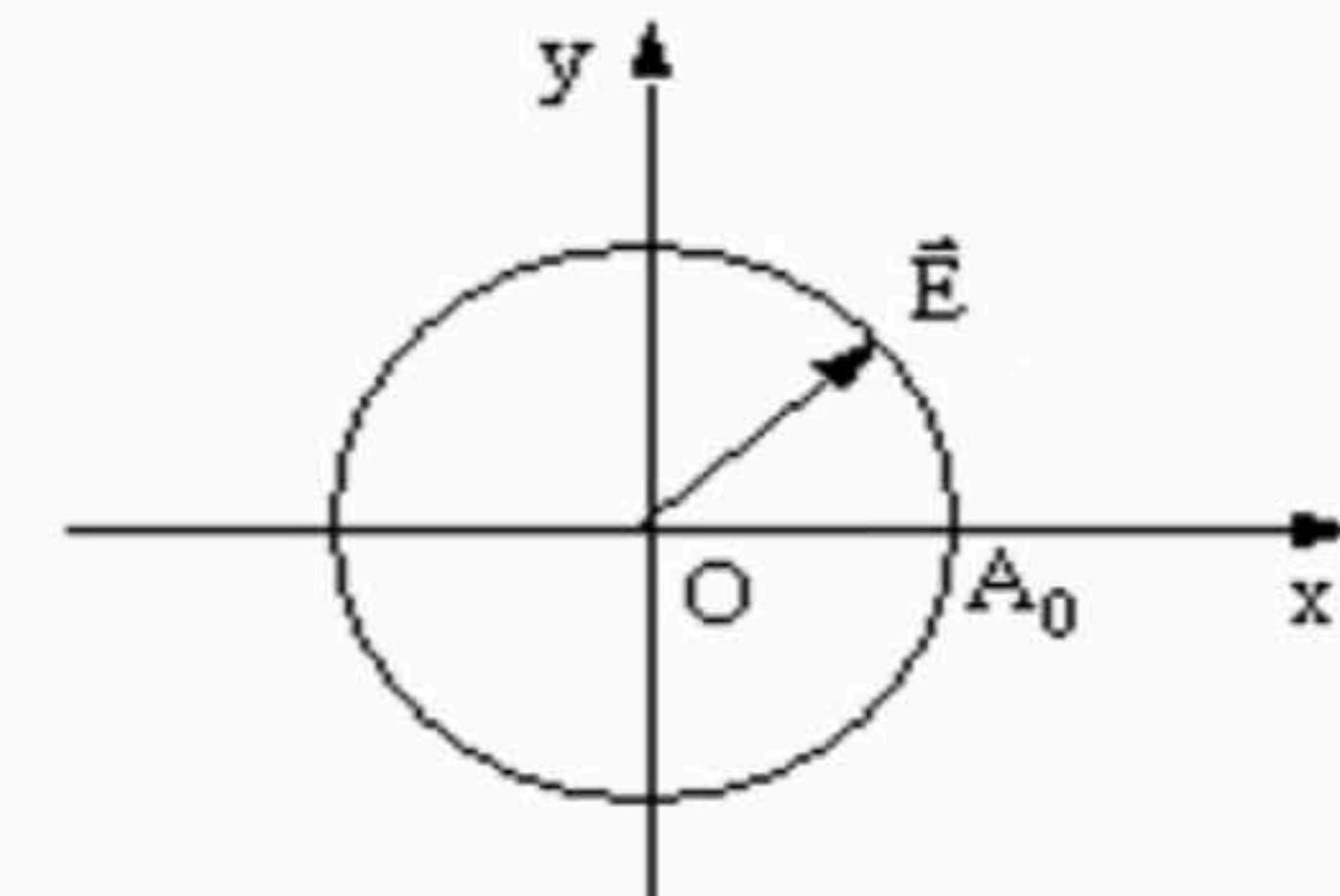
1. Bản phân tư bước sóng

$$\Delta L = (n_o - n_e)d = (2k+1)\frac{\lambda}{4} \rightarrow \Delta\phi = (2k+1)\frac{\pi}{2}$$



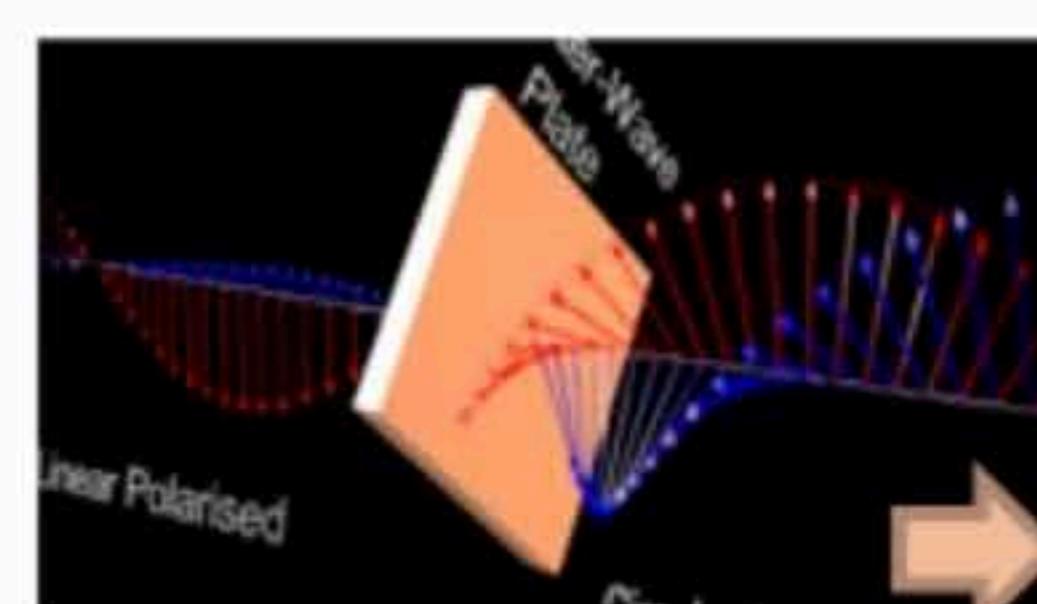
$$\frac{x^2}{E_0^2} + \frac{y^2}{E_e^2} - \frac{2xy}{E_0 E_e} \cos \Delta\varphi = \sin^2 \Delta\varphi$$

$$\rightarrow \frac{x^2}{E_0^2} + \frac{y^2}{E_e^2} = 1$$



Đặc biệt, nếu $\alpha = 45^\circ$ thì $E_0 = E_e = A_0$

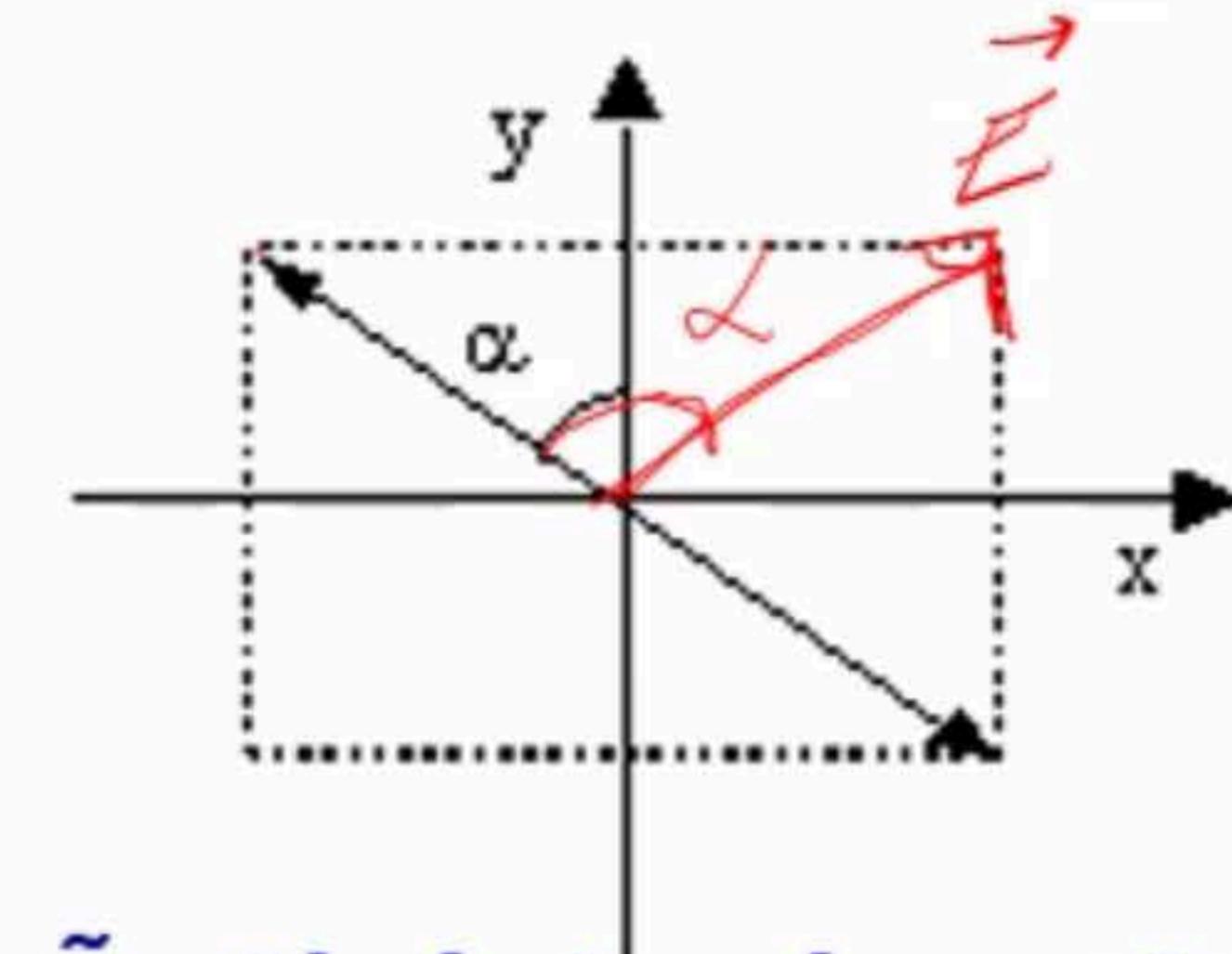
$\rightarrow x^2 + y^2 = A_0^2 \rightarrow$ phân cực tròn



3. Ánh sáng phân cực elip, phân cực tròn

2. Bản nửa bước sóng

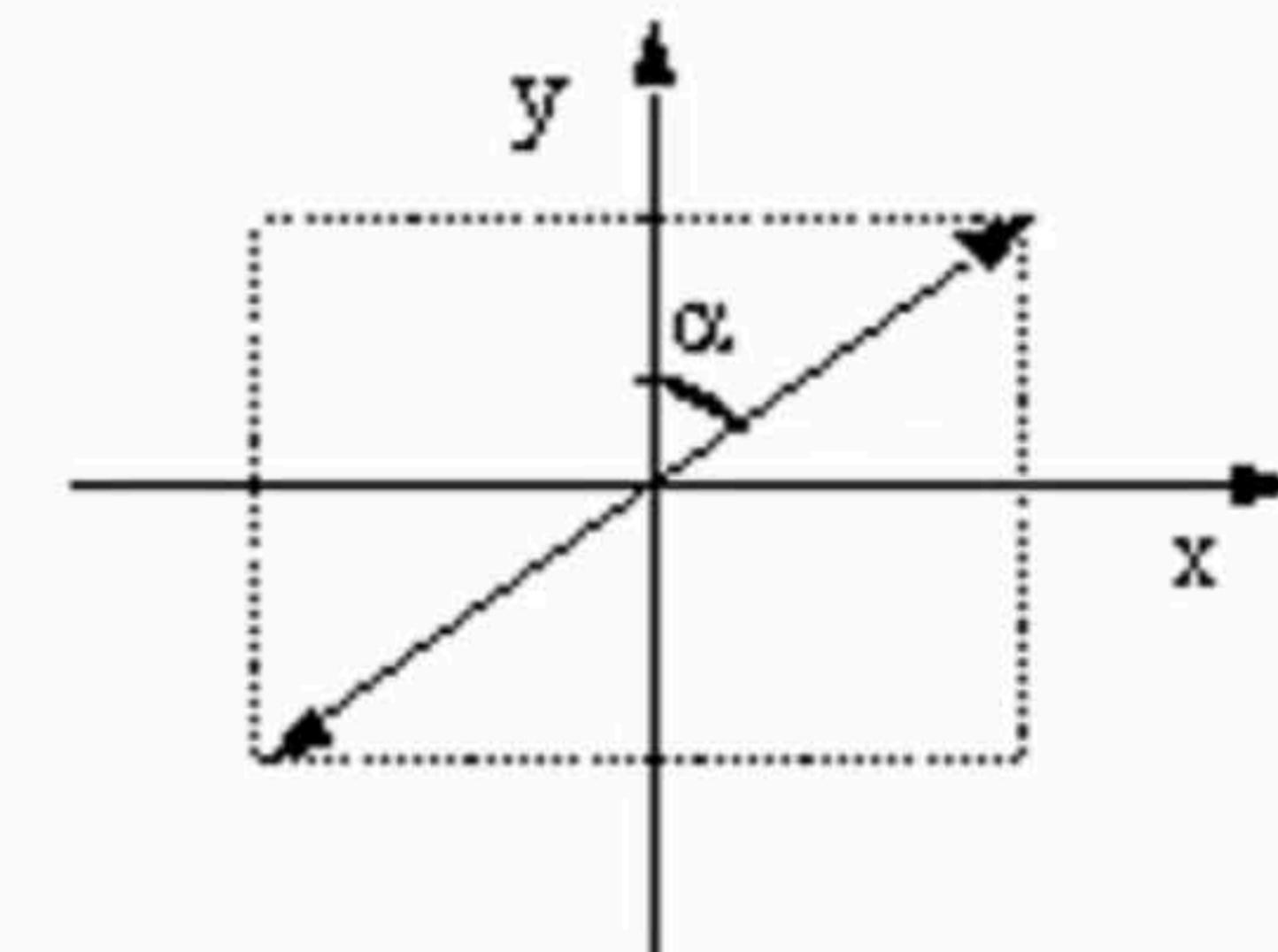
$$\Delta L = (n_o - n_e)d = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \rightarrow \Delta\phi = (2k+1)\pi \rightarrow \frac{x}{E_0} + \frac{y}{E_e} = 0$$



⇒ qua bản $1/2$ bước sóng: ánh sáng phân cực thẳng vẫn là ánh sáng phân cực thẳng, nhưng phương dao động đã quay đi một góc 2α so với trước khi đi vào bản.

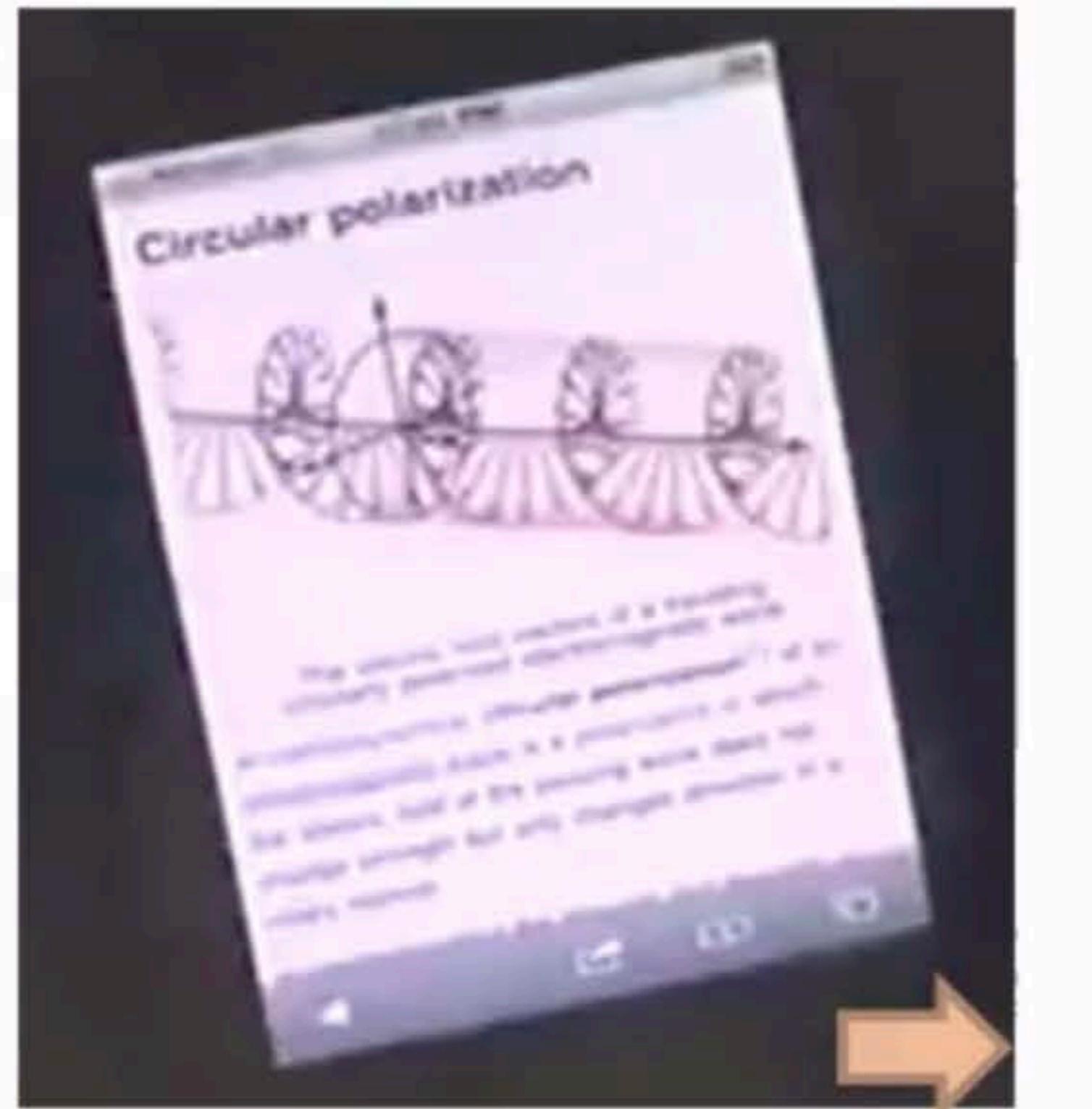
3. Bản một bước sóng

$$\Delta L = (n_o - n_e)d = k\lambda \rightarrow \Delta\phi = 2k\pi \rightarrow \frac{x}{E_0} - \frac{y}{E_e} = 0$$



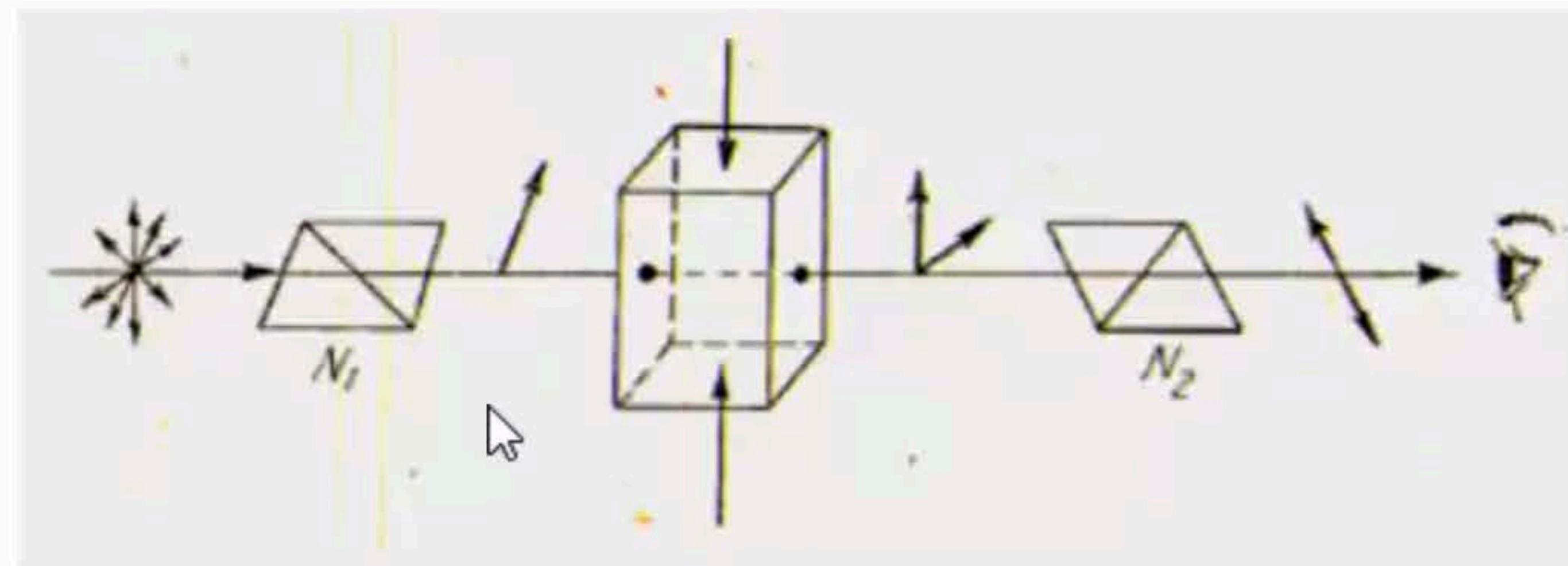
⇒ qua bản một bước sóng ánh sáng phân cực thẳng giữ nguyên không đổi.

3. Ánh sáng phân cực elip, phân cực tròn



4. Lưỡng chiết nhân tạo

4.1. Lưỡng chiết do biến dạng cơ học



Sơ đồ nghiên cứu hiện tượng lưỡng chiết do biến dạng

$$n_0 - n_e = Cp$$

C: hệ số tỷ lệ, phụ thuộc bản chất của vật và bước sóng sánh sáng.

$$\rightarrow \Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_0 - n_e) d = \frac{2\pi Cp}{\lambda} d$$

Nghiên cứu đường đẳng sắc → xác định phân bố áp suất bên trong vật - gọi là phương pháp quang đàn hồi, phương pháp này hiện đang ứng dụng rất rộng rãi.

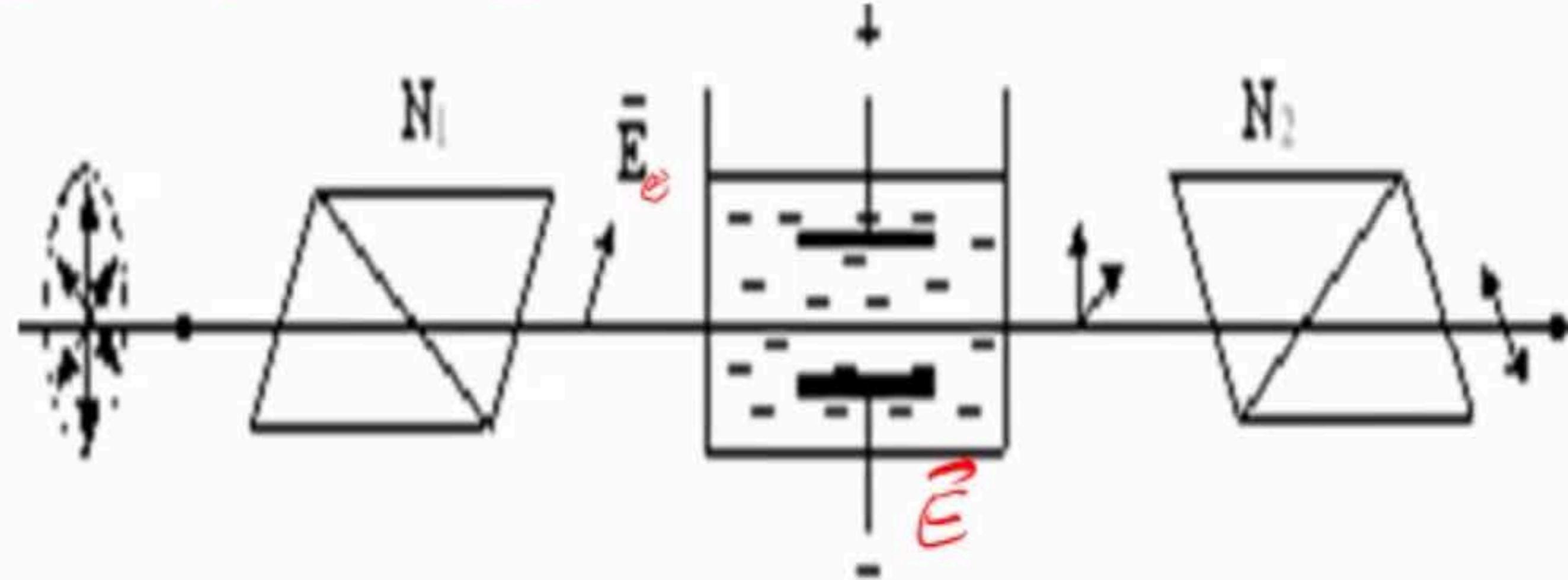
4. Lưỡng chiết nhân tạo

4. 2. Lưỡng chiết do điện trường-Hiệu ứng Kerr.

$$n_o - n_e = kE^2$$

E : cđđt fđg tđt uđo.

$$\rightarrow \Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda} (n_o - n_e) d = \frac{2\pi}{\lambda} kE^2 d = 2\pi B E^2 d$$



$B = k/\lambda$: hằng số Kerr.

Giá trị của B phụ thuộc nhiệt độ của chất lỏng và λ ánh sáng.

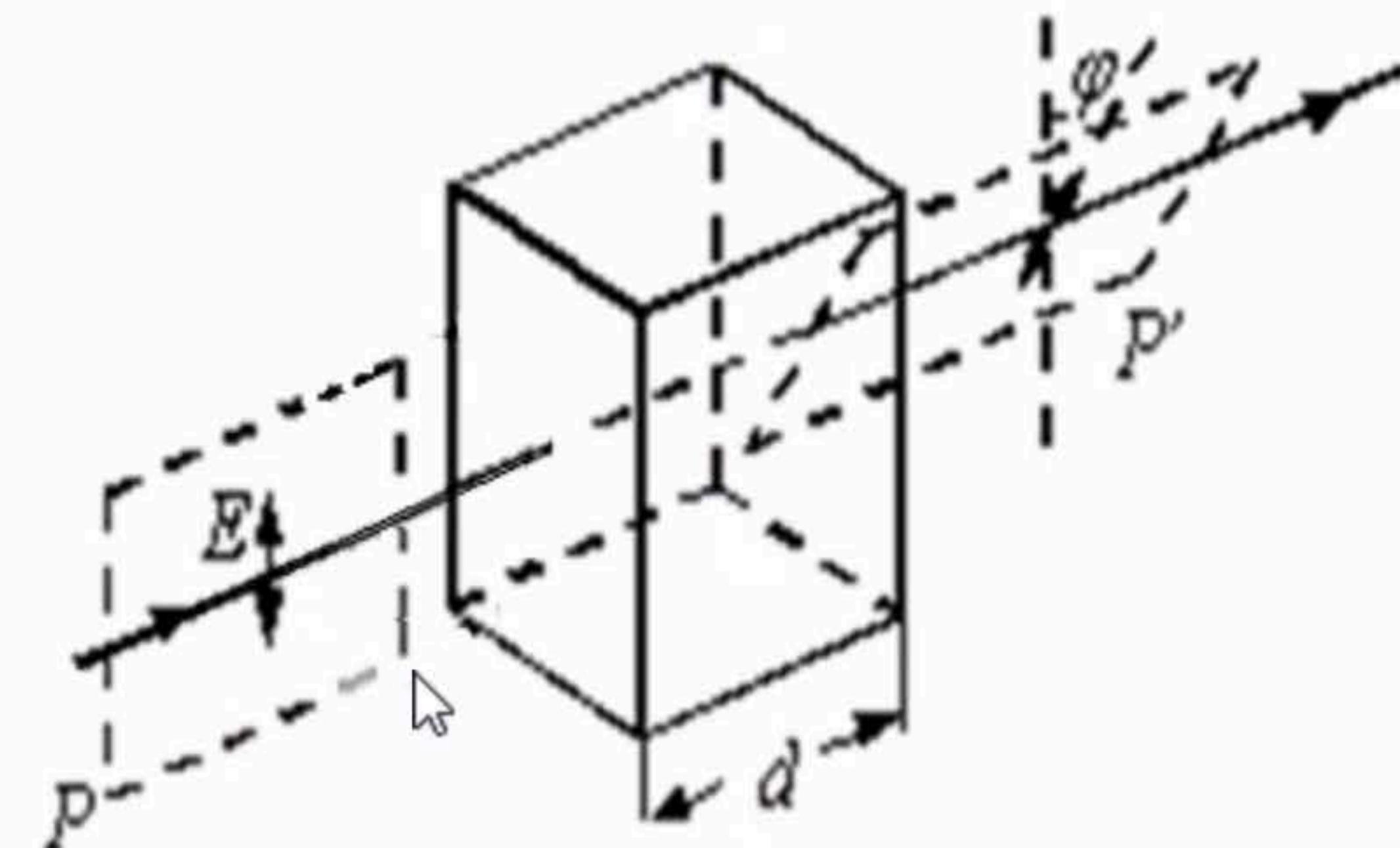
Thời gian để các phân tử định hướng theo phương của điện trường và thời gian để các phân tử trở về trạng thái chuyển động hỗn loạn chỉ vào cỡ 10^{-10} s. \Rightarrow Ứng dụng để chế tạo van quang học dùng đóng ngắt ánh sáng rất nhanh không có quán tính.

5. Sự quay mặt phẳng phân cực

Góc quay ϕ của mặt phẳng phân cực tỷ lệ thuận với độ dày d của bản tinh thể:

$$\phi = \alpha d$$

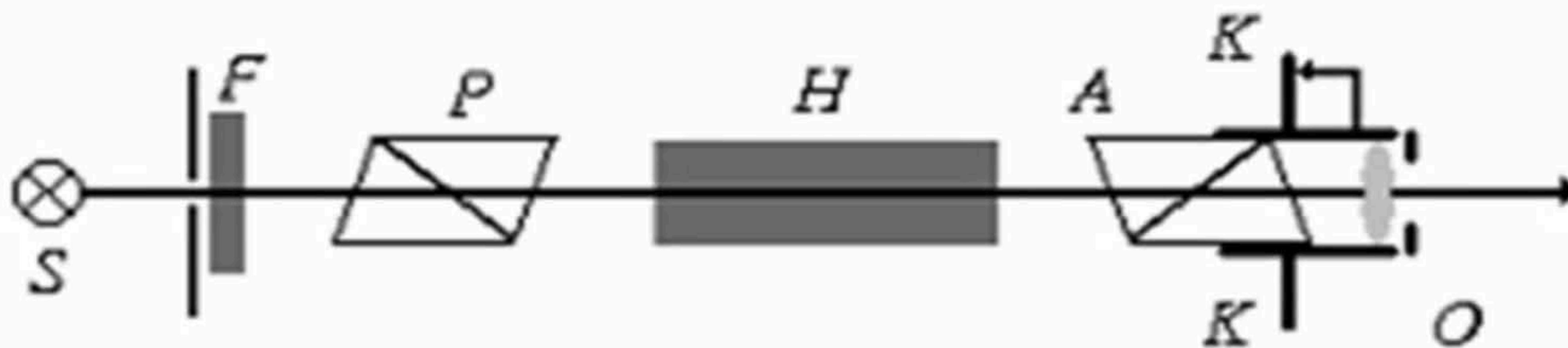
Đối với các dung dịch: $\phi = [\alpha] cd$



[α]: là hệ số quay riêng, có giá trị phụ thuộc bản chất và nhiệt độ của dung dịch hoạt quang, đồng thời phụ thuộc bước sóng λ của ánh sáng

5. Sự quay mặt phẳng phân cực

Hiện tượng quay mặt phẳng phân cực được ứng dụng trong một dụng cụ gọi là **đường kính** để xác định nồng độ đường trong dung dịch.



Nếu biết độ dày d và hằng số quay riêng $[\alpha]$ của dung dịch hoạt quang, ta dễ dàng xác định được nồng độ c của dung dịch:

$$c = \frac{\phi}{[\alpha]d} = \frac{\phi_2 - \phi_1}{[\alpha]d}$$

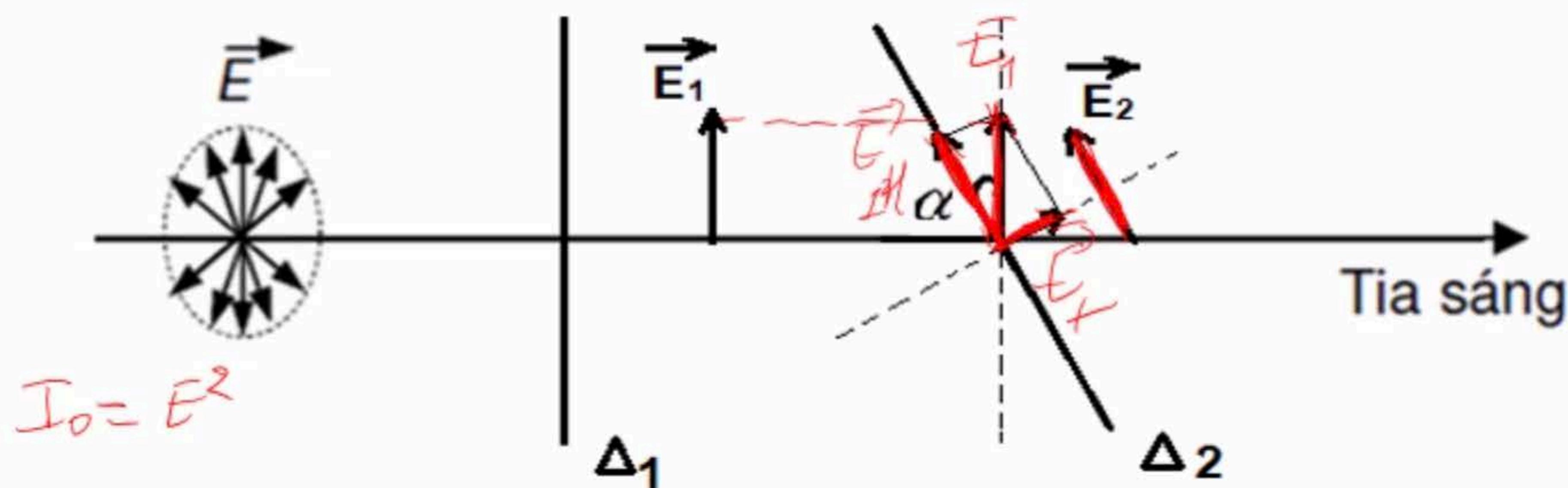


- 1). thuyết điện từ ánh sáng của Maxwell.**
- 2). Những hiện tượng vật lý thể hiện tính chất sóng của ánh sáng. Trình bày hiện tượng thể hiện sóng ánh sáng có bản chất là sóng ngang.**
- 3). Định nghĩa ánh sáng tự nhiên, ánh sáng phân cực. Cách tạo ra ánh sáng phân cực elip, xét các trường hợp đặc biệt.**
- 4). Định luật Malus về sự phân cực ánh sáng.**
- 5). Trình bày hiện tượng phân cực do phản xạ và khúc xạ. Định nghĩa và viết công thức góc tới Brewster.**
- 6). Trình bày hiện tượng phân cực do lưỡng chiết.**



Bài tập

Một chùm tia sáng tự nhiên sau khi truyền qua một cặp kính phân cực và kính phân tích, cường độ sáng giảm đi 4 lần; coi phần ánh sáng bị hấp thụ không đáng kể. Hãy xác định góc hai quang trục của hai kính trên.



\rightarrow ckt, sau khi qua T_1 : $E_1 \parallel \Delta_2 \rightarrow I_1 = E_1^2 = \frac{1}{2}I_0$

$$\begin{aligned} \rightarrow & \text{ ckt, qua } T_2: I_2 = E_2^2, E_2 = (E_1 \cos \alpha) = T_1 \cdot \cos \alpha \\ & I_2 = E_2^2 = E_1^2 \cos^2 \alpha = T_1 \cdot \cos^2 \alpha = \frac{1}{2}I_0 \end{aligned}$$

Điều kiện: $\frac{I_2}{I_0} = \frac{1}{4} \rightarrow \cos^2 \alpha = \frac{1}{4} \rightarrow \alpha = 45^\circ$

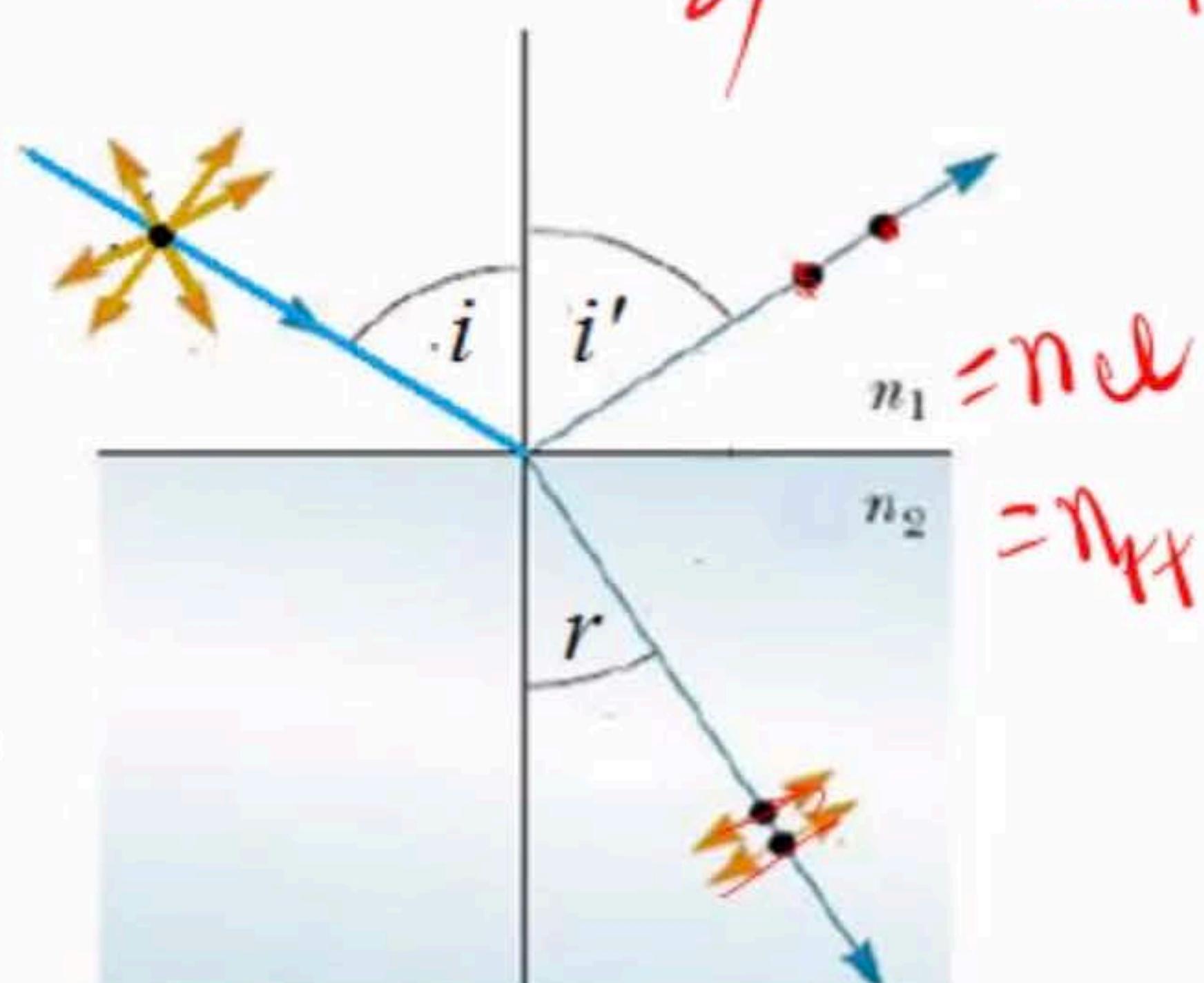
Bài tập



Một chùm tia sáng sau khi truyền qua một chất lỏng đựng trong một bình thuỷ tinh, phản xạ trên đáy bình. Tia phản xạ bị phân cực toàn phần khi góc tới trên đáy bình bằng $42^{\circ}37'$, chiết suất của bình thuỷ tinh $n = 1,5$. Tính:

a. Chiết suất của chất lỏng

b. Góc tới trên đáy bình để xảy ra hiện tượng phản xạ toàn phần



$$\text{Tiếp xúc p/c toàn phần khi } i = i_B \rightarrow \frac{i_B}{n_{\text{glass}}} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$i_B = 42^{\circ}37' \rightarrow \frac{i_B}{n_{\text{glass}}} = \frac{1.3}{1.5}$$
1,63

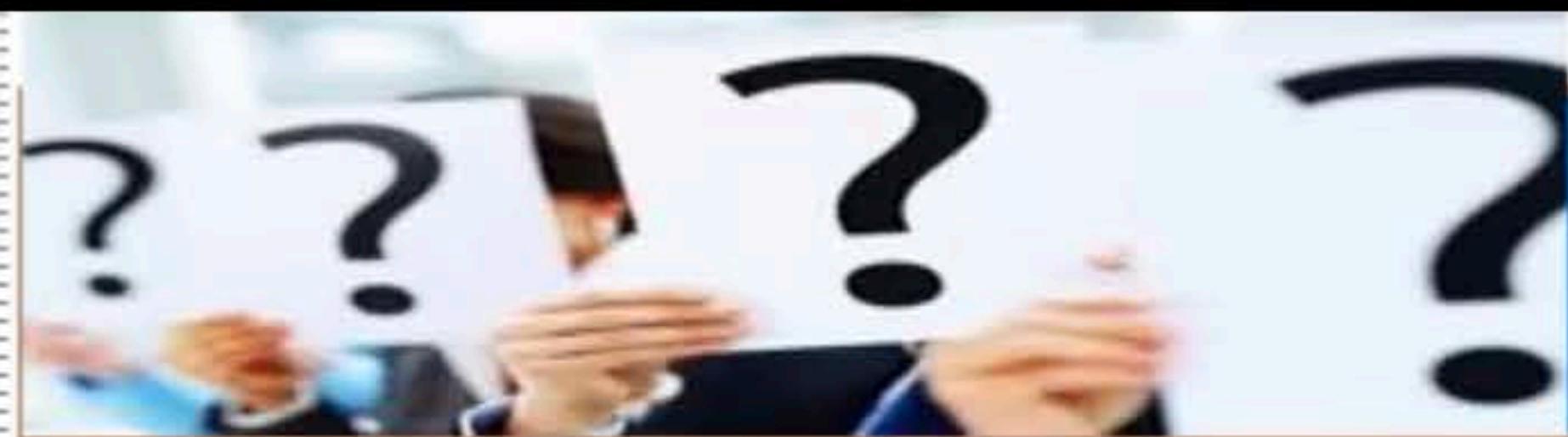
- Định luật khúc xạ,

- Góc giới hạn phản xạ toàn phần

$$\rightarrow \sin i_{gh} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{liquid}}}$$

b) $n_{\text{air}} > n_{\text{liquid}} \rightarrow$ có xảy ra p/c

ĐK: $\sin i_{gh} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{liquid}}} = \frac{n_{\text{air}}}{n_{\text{glass}}} \rightarrow i_{gh} =$



Bài tập



Một bản thạch anh được cắt song song với quang trục của nó với độ dày không vượt quá 0,5mm. Xác định độ dày lớn nhất của bản thạch anh để chùm ánh sáng phân cực phân cực thẳng có bước sóng $\lambda = 0,589\mu\text{m}$ sau khi truyền qua bản thoả mãn điều kiện sau:

- a. Mặt phẳng phân cực bị quay đi một góc nào đó
- b. Trở thành ánh sáng phân cực tròn

Cho biết $n_e - n_o = 0,009$.

$$\text{a)}: \text{Kết quả} \rightarrow d \leq \frac{(2k+1)\lambda}{2(n_o - n_e)} \quad \left\{ \begin{array}{l} d \leq \\ n_o - n_e \end{array} \right.$$

$\rightarrow d_{\max} \rightarrow d_{\max}$

$$\text{b)}: \text{Để sau khi qua bản als pl/c chia} \rightarrow \text{tất pl/c tròn} \quad \left\{ \begin{array}{l} k \text{ nguyên} \\ d_{\max} \end{array} \right.$$

$d \leq \frac{(2k+1)\lambda}{2(n_o - n_e)}$





Bài tập

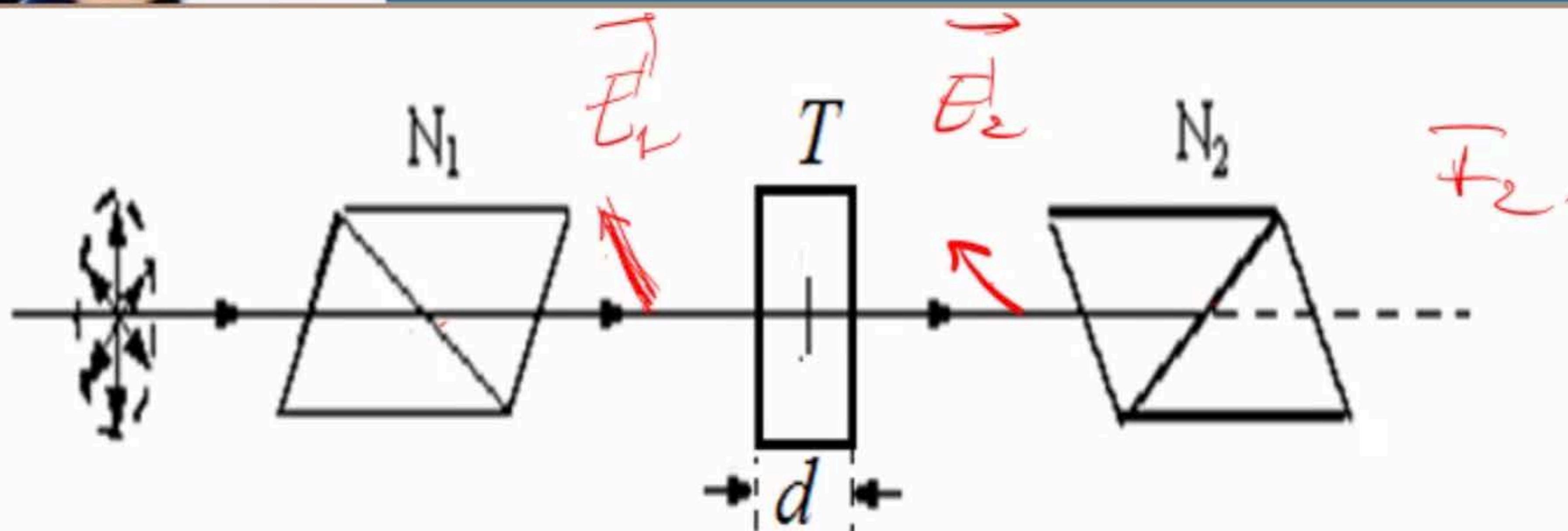


Một bản thạch anh được cắt song song với quang trực và được đặt vào giữa hai nicol bắt chéo nhau sao cho quang trực của bản hợp với mặt phẳng chính của các nicol một góc $\alpha = 45^\circ$. Tìm bề dày nhỏ nhất của bản để ánh sáng bước sóng $\lambda_1 = 0,643 \text{ }\mu\text{m}$ có cường độ sóng cực đại, còn ánh sáng bước sóng $\lambda_2 = 0,564 \text{ }\mu\text{m}$ có cường độ sáng cực tiểu, sau khi chúng truyền qua hệ thống hai nicol trên. Coi hiệu chiết suất của bản thạch anh đối với tia bất thường và tia thường ứng với cả hai bước sóng trên đều bằng $n_o - n_e = 0,009$.



Bài tập

λ_2



$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{2}{5}$$

F_2 chia $\vec{E}_2 \perp O_2 \rightarrow \vec{E}_2 \parallel \vec{E}_1 \rightarrow T$ là bùn 1 bước sóng:

$$|N_0 - n_{el}|d = k_2 \lambda_2 \quad (k_2 = 1, 2, 3, 4 \dots) \rightarrow d = \frac{k_2 \lambda_2}{|N_0 - n_{el}|}$$

$$\rightarrow d_{\min} = \frac{\lambda_2}{|N_0 - n_{el}|} \cdot (k_2 = 1)$$

c) (cà a, b thì nêu) $\left\{ \begin{array}{l} d = \frac{(2k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{2(N_0 - n_{el})} \\ \frac{(2k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{2(N_0 - n_{el})} = \frac{(k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{(N_0 - n_{el})} \end{array} \right.$

$$\frac{(2k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{2(N_0 - n_{el})} = \frac{(k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{(N_0 - n_{el})} \Rightarrow \frac{(k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{2(N_0 - n_{el})} = \frac{(k_1 + \frac{1}{2})\lambda_1}{(N_0 - n_{el})} = \frac{\lambda_1}{2(N_0 - n_{el})}$$



Bài tập

Giữa hai kính nicon có quang trục song song người ta đặt một bản thạch anh có mặt vuông góc với quang trục. Khi bản thạch anh có độ dày $d_1 = 2mm$ thì mặt phẳng phân cực của ánh sáng đơn sắc truyền qua nó bị quay đi một góc $\varphi_1 = 53^\circ$

Hãy xác định độ dày d_2 của bản thạch anh để ánh sáng đơn sắc không truyền qua được kính nicon phân tích.

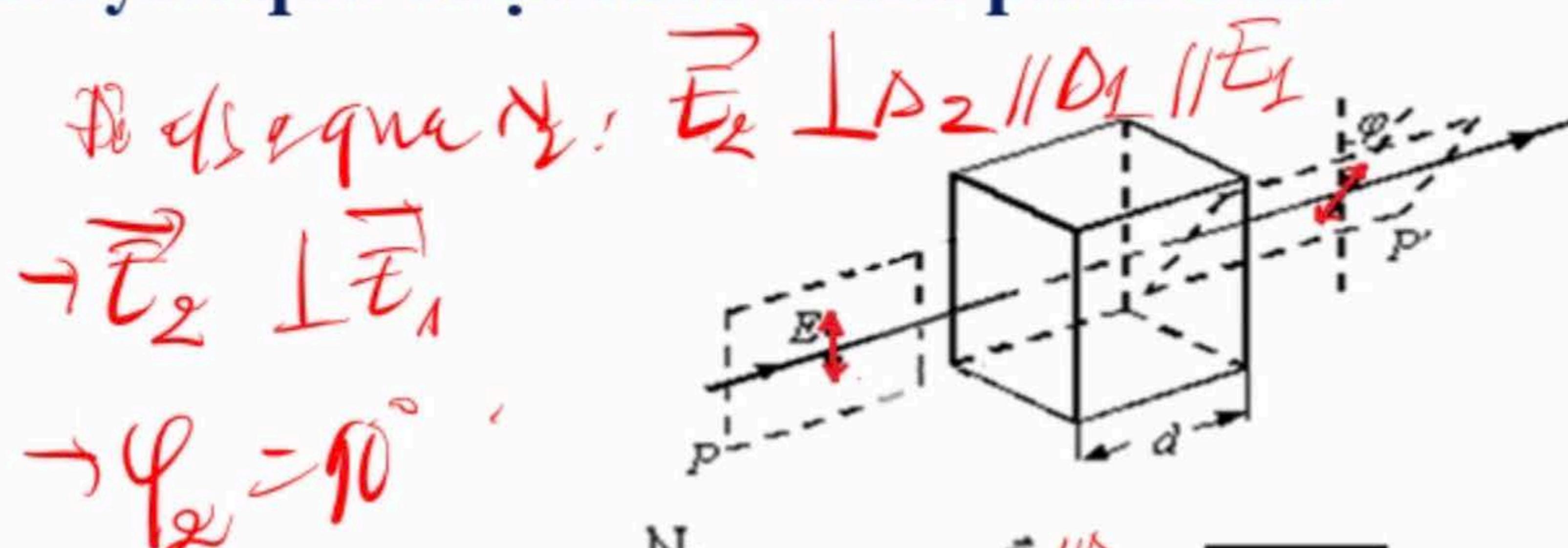


Bài tập

Giữa hai kính nicon có quang trục song song người ta đặt một bản thạch anh có mặt vuông góc với quang trục. Khi bản thạch anh có độ dày $d_1 = 2\text{mm}$ thì mặt phẳng phân cực của ánh sáng đơn sắc truyền qua nó bị quay đi một góc $\varphi_1 = 53^\circ$

Hãy xác định độ dày d_2 của bản thạch anh để ánh sáng đơn sắc không truyền qua được kính nicon phân tích.

Sự quay mặt phân cực.



$$\varphi = \alpha \cdot d$$

$$\frac{\varphi_1}{\varphi_2} = \frac{\alpha \cdot d_1}{\alpha \cdot d_2} \quad \left. \begin{array}{l} \varphi_1 = 53^\circ \\ \varphi_2 = 90^\circ \end{array} \right\} \rightarrow d_2$$

