كلية العلوم

القسم : الفيزياء

السنة : الثالثة

المادة : بصريات موجية

المحاضرة : الرابعة/نظري/د.اصف

{{ مكتبة A to Z }}

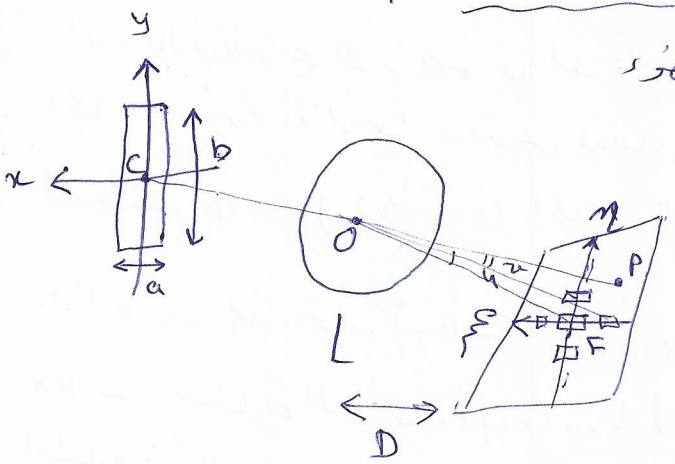
Facebook Group : مكتبة A to Z

كلية العلوم ، كلية الصيدلة ، الهندسة التقنية

٦

يمكنكم طلب المحاضرات برسالة نصية (SMS) أو عبر (What's app-Telegram) على الرقم 0931497960

الإنفراج في الأشعة الضوئية عبر فتحة مستطيلة :



الفتحة مستطيلة a, b ويمر من خلالها الضوء
ويمر عن عبور شعاع الضوء بالتابع الرياضي
المثل للفتحة

$$g(x,y) = rect\left(\frac{x}{a}\right) rect\left(\frac{y}{b}\right)$$

وبالتالي فالصورة للفتحة تحقق مايلي

$g(x,y) = 1$ عندما $|x| < \frac{a}{2}$ و $|y| < \frac{b}{2}$

$g(x,y) = 0$ في أي نقطة أخرى من الفراغ

وبالتالي فإن سعة الموجة المنعرجة التي نحصل عليها في المستوي المحرفي للعدسة يرتبط به مع تحويل فوريه لشكل الميز للفتحة وبالتالي فإن

$$G(\xi,\eta) = TF\ g(x,y) = \iint_{-\infty}^{\infty} g(x,y)\, e^{-2i\pi\left(\frac{x\xi}{\lambda D} + \frac{y\eta}{\lambda D}\right)} dx dy$$

D هي بعد مستوي المراقبة عن العدسة وهو البعد المحرفي $D = \overline{OF}$ فإذا أدخلنا

$u = \frac{\xi}{\lambda D}$ ، $v = \frac{\eta}{\lambda D}$ واحدها $\frac{1}{m}$ [تواتر مكاني]

وبالتالي

$$G(u,v) = \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-2i\pi(xu+yv)} dx dy$$

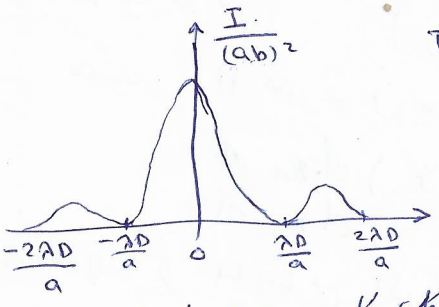
$$= ab\, \frac{\sin(\pi u a)}{\pi u a} \frac{\sin(\pi v b)}{\pi v b} = ab\, Sinc\, \pi u a\, Sinc\, \pi v b$$

وبالتالي فالسعة تتناسب مع المساحة ab وبالتالي فالشدة هي

$$I = |G(u,v)|^2 = (ab)^2\, Sinc^2 \pi u a \cdot Sinc^2 \pi v b$$

إذا كان $b \gg a$ فإن سعة الضوء

تمثل بالشكل $I = (ab)^2\, Sinc^2 \pi u a$



عندما يأخذ المقدار $Sinc\, \pi u a = 0$ فإن $\pi u a = k\pi ; k = 1, 2, \ldots$

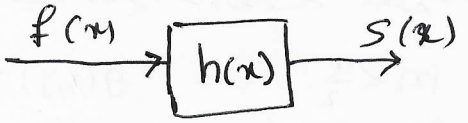
أي أن $u = \frac{k}{a}$ أو $u = \frac{\xi}{\lambda D}$

$$\Rightarrow \xi = k\frac{\lambda D}{a}$$

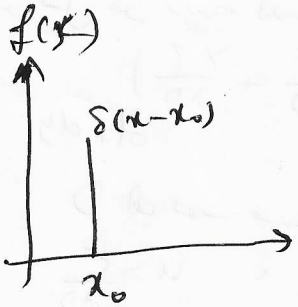
أي أن هذه العلاقة تتناسب عكسيا مع عرض الشق a أي كلما كان a صغيرا كلما كانت الأهداب أكثر والعكس بالعكس .

الالتفاف :

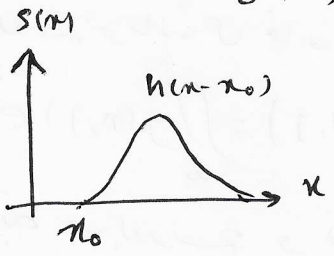
إن خيال نقطة في الأرض صورتي لا يمكن أن تكون نقطة تمامًا بل بقعة حسب نوعية الجهاز صغيرة أو كبيرة وتدعى بقعة الانفراج وبالتالي لا يمكن ظهور خيال لنقطتين على شكل نقطتين إلا إذا كانت المسافة بينهما أكبر من مسافة الصفر



إذا كانت الاستجابة النبضية للجهاز $h(x)$
وكانت إشارة الدخل $f(x)$ فإنه باعتبار
إشارة الخرج $S(x)$ فإن حل هذه المسألة هو الالتفاف
مثلاً إذا كانت إشارة الدخل $\delta(x)$



فإننا نحصل على استجابة الجهاز
لنبضة مزاحة بالمقدار x_0
أي النبضة المماثلة بالتابع
$\delta(x-x_0)$ هي



$h(x-x_0)$ على الشكل

فإن معادلة الالتفاف

$$S(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x')\, h(x-x')\, dx'$$

وأيضًا تكتب بالشكل التالي أو بالرمز التالي

$$S(x) = f(x) \otimes h(x)$$

وتكتب معادلة الالتفاف بدلالة تحويل فوريه

$$TF[g_1(x) \otimes g_2(x)] = G_1(f_x)\, G_2(f_x)$$

حيث

$$G_1(f_x) = TF[g_1(x)], \quad G_2(f_x) = TF[g_2(x)]$$

أي أن تحويل فوريه يحول عملية الالتفاف التي تعني إجراء عملية حساب طويلة
وبالتالي فإن

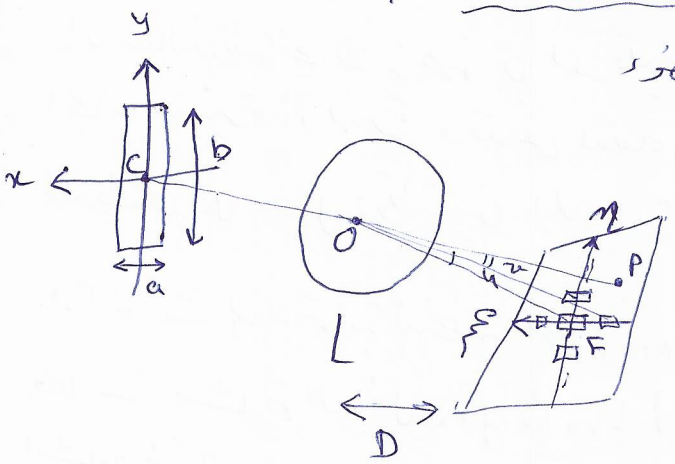
$$S(f_x, f_y) = G(f_x, f_y)\, H(f_x, f_y)$$

حيث H هو تحويل فوريه لاستجابة النبضة ذات المركز أي (x_0, y_0)

$$H(f_x, f_y) = \int_{-\infty}^{\infty} h(x_0, y_0)\, e^{-2i\pi(f_x x_0 + f_y y_0)}\, dx_0\, dy_0$$

يدعى التابع H بتابع النقل للنظام .

الإنفراج في الأشعة الضوئية عبر فتحة مستطيلة :



الفتحة مستطيلة a, b ويمر من خلالها الضوء
ويمر عن عبور شعاع الضوء بالتابع الرياضي
المثل للفتحة

$$g(x,y) = rect\left(\frac{x}{a}\right) rect\left(\frac{y}{b}\right)$$

وبالتالي فالصورة للفتحة تحقق مايلي

$g(x,y) = 1$ عندما $|x| < \frac{a}{2}$ و $|y| < \frac{b}{2}$

$g(x,y) = 0$ في أي نقطة أخرى من الفراغ

وبالتالي فإن سعة الموجة المنعرجة التي نحصل عليها في المستوي المحرفي للعدسة يرتبط به مع تحويل فوريه لشكل الميز للفتحة وبالتالي فإن

$$G(\xi,\eta) = TF\ g(x,y) = \iint_{-\infty}^{\infty} g(x,y)\, e^{-2i\pi\left(\frac{x\xi}{\lambda D} + \frac{y\eta}{\lambda D}\right)} dx dy$$

D هي بعد مستوي المراقبة عن العدسة وهو البعد المحرفي $D = \overline{OF}$ فإذا أدخلنا

$u = \frac{\xi}{\lambda D}$ ، $v = \frac{\eta}{\lambda D}$ واحدها $\frac{1}{m}$ [تواتر مكاني]

وبالتالي

$$G(u,v) = \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} e^{-2i\pi(xu+yv)} dx dy$$

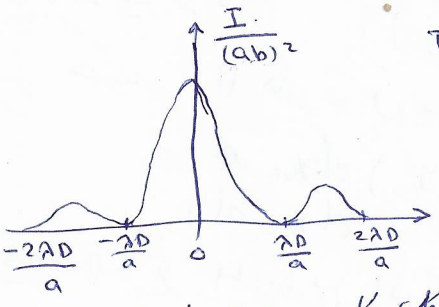
$$= ab\, \frac{\sin(\pi u a)}{\pi u a} \frac{\sin(\pi v b)}{\pi v b} = ab\, Sinc\, \pi u a\, Sinc\, \pi v b$$

وبالتالي فالسعة تتناسب مع المساحة ab وبالتالي فالشدة هي

$$I = |G(u,v)|^2 = (ab)^2\, Sinc^2 \pi u a \cdot Sinc^2 \pi v b$$

إذا كان $b \gg a$ فإن سعة الضوء

تمثل بالشكل $I = (ab)^2\, Sinc^2 \pi u a$



عندما يأخذ المقدار $Sinc\, \pi u a = 0$ فإن $\pi u a = k\pi ; k = 1, 2, \ldots$

أي أن $u = \frac{k}{a}$ أو $u = \frac{\xi}{\lambda D}$

$$\Rightarrow \xi = k\frac{\lambda D}{a}$$

أي أن هذه العلاقة تتناسب عكسيا مع عرض الشق a أي كلما كان a صغيرا كلما كانت الأهداب أكثر والعكس بالعكس .

*

الوسط المتجانس : هو الوسط الذي تبقى خاصة فيزيائية ما ثابتة لا تتغير
مهما تجانس بالنسبة لهذه الخاصة. هذا الثبات
عند انسحاب المحاور الاحداثية المختارة في الوسط.

والوسط المتجانس بالنسبة لانتشار الضوء هو الوسط الذي يحقق ما يلي :

- قرينة انكساره ثابتة في كل نقاط الوسط
- سرعة انتشار الضوء فيه ثابتة في كل النقاط $n = \frac{c}{v}$
- شعاع الاستقطاب $\vec{P}$ يتناسب مع شعاع الحقل الكهربائي $\vec{E}$ الذي يولده
أي $\vec{P} // \vec{E}$

$$\vec{P} = \varepsilon_0 \chi \vec{E}$$

χ ثابت يتعلق بالوسط ويدعى القابلية ، ε_0 ثابت العزل

- شعاع التحريض $\vec{D}$ موازياً للحقل الكهربائي $\vec{E}$ أي $\vec{P} // \vec{E} // \vec{D}$

$$\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P} = \varepsilon_0 (1 + \chi) \vec{E} = \varepsilon_0 \varepsilon_r \vec{E} = \varepsilon \vec{E}$$

ε_r ثابت العزل النسبي ويساوي $\varepsilon_r = (1 + \chi) = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$

حيث $n = \sqrt{\varepsilon_r \mu_r}$ وحيث μ_r النفوذية المغناطيسية النسبية.

$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = 1$ عندما $\mu = \mu_0$ عند الأوساط الشفافة أي $n = \sqrt{\varepsilon_r}$

وهذه الأوساط الزجاج .

إن التوزع العشوائي لجزيئات المادة يدل على تماثل خواصها الفيزيائية في جميع نقاطها .

الوسط المتماثل المناحي

هو الوسط التي تبقى الخاصة الفيزيائية التي يعبر عنه أحد متماثل المناحي ثابتة لا تتغير إذا دورنا المحاور الإحداثية.

فالوسط المتماثل المناحي بالنسبة لانتشار الضوء هو الوسط الشفاف الذي تحقق الخواص التالية:

- شفاف لطول موجة لا تتغير قيمته $|\vec{K}| = \frac{2\pi}{\lambda}$ وهو محمول على منحى الانتشار $\vec{u}$
- قرينة انكساره وبالتالي سرعة انتشار الضوء فيه لا تتغير بتغير المنحى
- الحساسية χ لا تتغير بتغير منحى $\vec{E}$
- $\vec{P} // \vec{D} // \vec{E}$ وتحقق نفس العلاقات السابقة.
- كثافة الطاقة الكهربائية المختزنة بواحدة الحجم من الوسط العازل $\omega = \frac{1}{2} \varepsilon E^2$

يقال عن وسط إنه متجانس ومتماثل المناحي بالنسبة لخاصة فيزيائية معينة إذا لم تتغير هذه الخاصة عند قيامنا بعملية انسحاب وعملية دوران للمحاور الإحداثية معاً.

الوسط غير المتماثل المناحي:

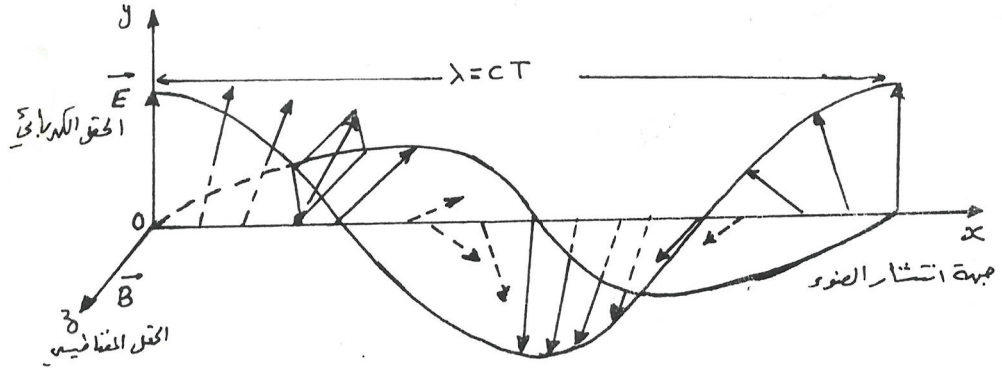
هو الوسط الشفاف الذي تتغير خواصه الفيزيائية بتغير منحى الانتشار، وينتج عدم تماثل المناحي في الأوساط البلورية إضافة إلى اختلاف توزع الذرات في الشبكة البلورية في كل منحى ومثال على ذلك الكوارتز SiO_2 عبارة عن جزيئات سداسية الأضلاع

كلية العلوم - قسم الفيزياء

الضوء الطبيعي والضوء المستقطب

I - الضوء الطبيعي :

الضوء هو موجة كهرطيسية مؤلفة من حقلين كهربائي $\vec{E}$ ومغناطيسي $\vec{B}$ متعامدين ومتعامدين لمنحى الإنتشار وهما تابعين دوريين للزمن لهما نفس التواتر، وذلك سواء أكان الضوء مستقطباً أم لم يكن.



الشكل (1) : ضوء طبيعي غير مستقطب
شعاع الحقل الكهربائي دائم التغيير.

إن كلمة إستقطاب في اللغة تعني التجميع في منحى معين، وتأخذ المعنى نفسه في علم الضوء إذ تقصد بها جعل شعاع الحقل الكهربائي للضوء يأخذ منحىً معيناً أما الحقل المغناطيسي فهو دائماً معامد للحقل الكهربائي.

بما أن الحقل الكهربائي يوجه الشحنات المعجبة باتجاهه والسالبة بعكس اتجاهه أي تقطب الشحنات فإن ظواهر الإستقطاب ترتبط بالحقل الكهربائي فقط ولذلك لانتكلم عن الحقل المغناطيسي للموجة الضوئية ونكتفي بتذكر وجود اتجاه الحقل الكهربائي. وبما أن هذا الحقل هو موجة جيبية فإننا غالباً ما نقول إهتزازة الحقل الكهربائي للضوء لكي نبين بأنه موجه ونبحث عن جهة الإهتزازة لمعرفة جهة استقطاب الضوء بمستوى الذي يحوي شعاع الحقل الكهربائي الموجه بجهة عمودي الإستقطاب.

يصدر الضوء من المنابع الضوئية عن الذرات، ونتذكر بأن الذرة تصدر الضوء خلال فترة زمنية تقارب 10^{-8} ثانية فإذا أصدرت ذرة ضوءاً باستقطاب معين (أي لحقله الكهربائي جهة معينة) ثم أصدرت ذرة أخرى الضوء باستقطاب آخر فإن جهة الحقل الكهربائي تكون دائمة التغيير وتتغير كل 10^{-8} ثانية [الشكل (1)].

نقال عن ضوء كهذا أنه ضوء طبيعي أو ضوء غير مستقطب وهي حالة المنابع الضوئية العادية كالشمس والنجوم ومصابيح الإنارة وغيرها . . .

إذن يهتز الحقل الكهربائي للضوء في مستوي معامد لاتجاه الإنتشار ويجب إنشاء فرنل يمكن تمثيله في لحظة ما بشعاع في هذا المستوي يمثل [الشكل عام]، مسقطين على محورين متعامدين منه [مثل (x) و (y)] وهذا يعني أنه يمكننا تحليل إهتزازة الحقل الكهربائي للضوء في لحظة ما إلى إهتزازتين متعامدتين

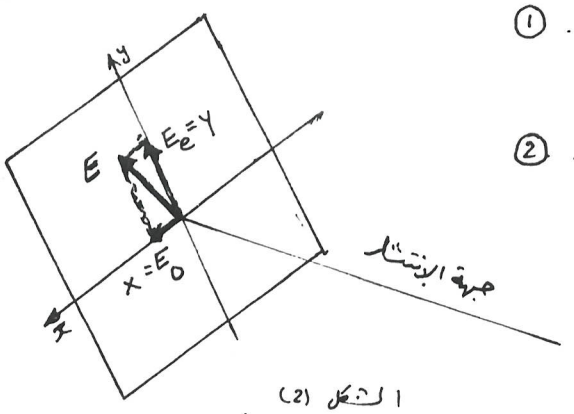
الأولى باتجاه المحور x ونمثلها بـ :

ونعبر عنها بالعلاقة : ① $E_0 = X = E\cos\omega t$

والثانية باتجاه المحور oy ونمثلها بـ :

ونعبر عنها بالعلاقة : ② $E_e = Y = E\cos(\omega t + \varphi)$

فإذا نحن نحذف الزمن بين هاتين المركبتين لمعرفة المنحنى الذي ترسمه نهاية متجاوب الحقل الكهربائي في لحظة ما وهذا ما يدعى بتركيب حركتين إهتزازيتين متعامدتين فإننا نحصل على :



الشكل (2)

$$\frac{X}{E} = \cos\omega t$$

$$\frac{Y}{E} = \cos\omega t\cos\varphi - \sin\omega t\sin\varphi$$

$$\frac{Y}{E} = \frac{X}{E}\cos\varphi - \sqrt{1-\frac{X^2}{E^2}}\sin\varphi$$

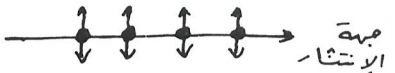
ومنه :

$$\left(\frac{X}{E}\cos\varphi - \frac{Y}{E}\right)^2 = \left(1-\frac{X^2}{E^2}\right)\sin^2\varphi$$

وبعد النشر نحصل على :

③ $$\boxed{\frac{X^2}{E^2} + \frac{Y^2}{E^2} - \frac{2XY}{E^2}\cos\varphi = \sin^2\varphi}$$

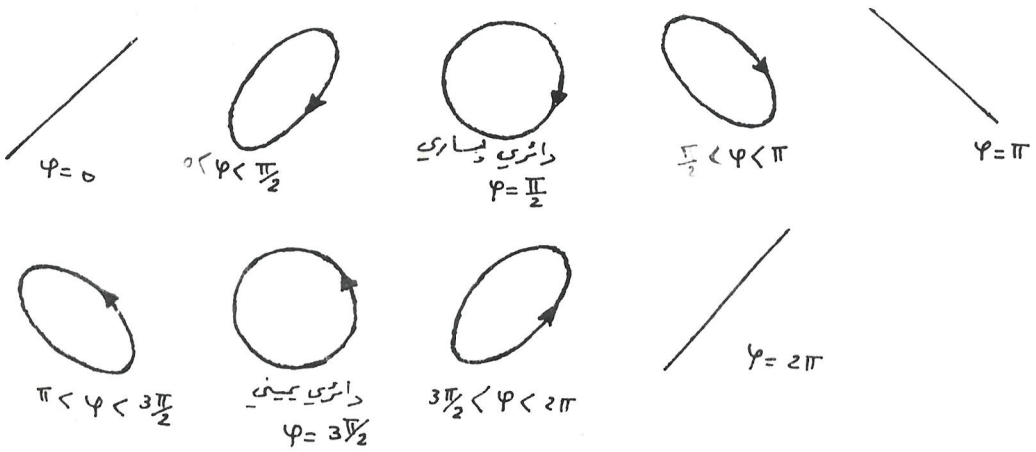
وهي معادلة قطع ناقص . لذا نقول عن الضوء الطبيعي أنه مستقطب إهليلجياً في لحظة ما ويمثل بمركبتين متعامدتين :



" تمثيل الضوء الطبيعي "

II- الضوء المستقطب :

إذا استطعنا أن نجعل الحقل الكهربائي للضوء يحافظ على منحنى ثابت فإن الضوء يصبح مستقطباً ويصنف نوع الإستقطاب تبعاً لهذا المنحنى كما في الشكل (3) ووفقاً للمعادلة (3) كما يلي :



الشكل (3)

١- الضوء المستقطب استقطاباً خطياً :

يقال عن الضوء أنه مستقطب خطياً (أو مستقطب استقطاباً مستقيماً) عندما ترسم نهاية شعاع الحقل الكهربائي له مستقيماً في المستوى العامد لإتجاه انتشاره . ويتحقق ذلك عندما تكون زاوية فرق الطور بين المركبتين $E_0=X$ و $E_e=Y$ مساوية لإحدى القيم التالية :

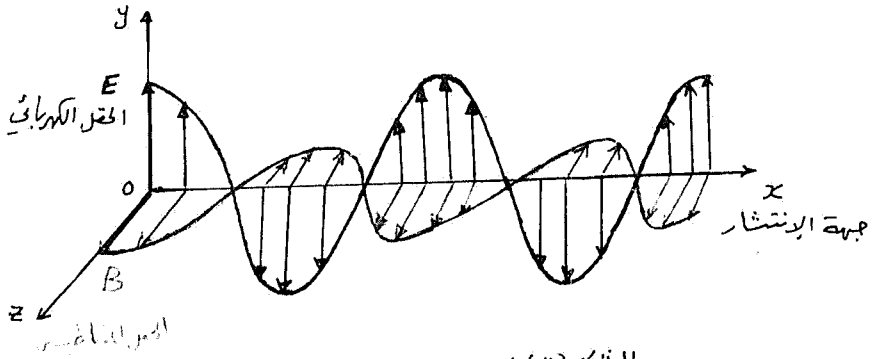
$$\varphi = 0 \ , \ \pi \ , \ 2\pi$$

وبالتعويض في المعادلة (3) نحصل على :

$$Y = \pm X$$

وهي معادلة مستقيم منطبق على منصف الربع الأول أو منطبق على منصف الربع الثاني . ونقع في هذه الحالة الحالات التي لا يكون فيها الحقل الكهربائي للموجة الضوئية سوى مستقبل واحد E_0 أو E_e .

يمثل الشكل (4) حالة ضوء مستقطب خطياً منحى حقله الكهربائي وفق المحور oy أي أنه يهتز وفق هذا المنحى أما الحقل المغناطيسي للموجة الضوئية فهو باتجاه المحور oz العمودي على الحقل الكهربائي وعلى جهة الإنتشار ox .



الشكل (4) :
موجة مستقطبة خطياً وضعه oy وتنتشر وفق ox .

٢- الضوء المستقطب استقطاباً دائرياً :

يقال عن الضوء أنه مستقطب استقطاباً دائرياً عندما ترسم نهاية شعاع الحقل الكهربائي له دائرة في المستوى العامد لاتجاه الإنتشار ويتحقق ذلك عندما تكون زاوية فرق الطور φ مساوية لإحدى القيم التالية :

$$\varphi = \frac{\pi}{2} \ , \ \frac{3\pi}{2}$$

وبالتعويض في المعادلة (3) نحصل على معادلة دائرة :

$$\frac{X^2}{E^2} + \frac{Y^2}{E^2} = 1$$

وهذا يعني أن الحقل الكهربائي للموجة الضوئية يهتز في المستوى العامد لاتجاه الانتشار ويكون له مستقبلين متساويين في السعة ويختلفان عن بعضهما بالطور بمقدار $\frac{\pi}{2}$ أو $\frac{3\pi}{2}$. وإذا نظرنا إلى هذه الدائرة مستقبلين الضوء وهو سينتشر نحونا ووجدنا أن نهاية الحقل الكهربائي ترسم الدائرة باتجاه معاكس لعقارب الساعة فإننا نقول عن الإستقطاب بأنه دائري يميني أما إذا وجدنا أن الشعاع يرسم الدائرة باتجاه عقارب الساعة قلنا أن الإستقطاب دائري يساري .

٣- الضوء المستقطب استقطاباً إهليلجياً :

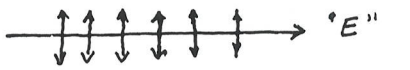
يقال عن الضوء أنه مستقطب استقطاباً إهليلجياً عندما ترسم نهاية شعاع الحقل الكهربائي له قطع ناقص في المستوى العامد لإتجاه الإنتشار ولقد بينا على الشكل (3) الحالات المختلفة لفرق الطور بين مركبتي الحقل الكهربائي . هذا وقد يكون الإستقطاب إهليلجي يميني أو يساري ونستدل عليه تماماً في الإستقطاب الدائري ، كما أن سعة مركبتي الحقل الكهربائي لا يكون لهما قيمة واحدة .

III - مقطبات الضوء :

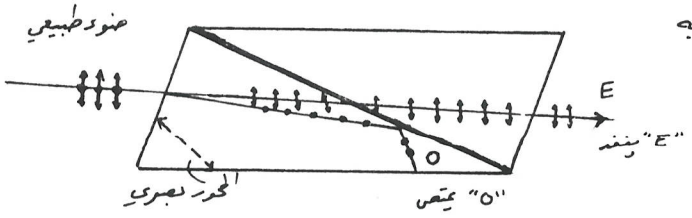
يوجد في الطبيعة بلّورات كالكالسيت والكوارتز، غير متماثلة المناحي، إذا سقطت عليها حزمة من الضوء الطبيعي باتجاه معين فإنه يبرز منها حزمتان تنطبقان على أحدهما قوانين الضوء الهندسي ولذلك تدعى حزمة عادية "ORDINARY" ويرمز لها بـ (O)، ولا تنطبق هذه القوانين على الحزمة الثانية ولذلك تدعى حزمة فوق عادية "EXTRAORDINARY" ويرمز لها بـ (E). تسمى هذه الظاهرة بالإنكسار المضاعف الطبيعي "BIREFRANGENTE". تدل التجربة على أنه يوجد في البلّورة منحى معين إذا ورد الضوء وفقه فإن ظاهرة الإنكسار المضاعف لا تحدث يدعى هذا الإتجاه بالمحور البصري "AXE OPTIC".

هذا وأن شعاع الحقل الكهربائي للموجة العادية "O" يعامد دوماً اتجاه المحور البصري للبلورة التي تكوّنت ظاهرة الإنكسار المضاعف ولذلك يمثل الضوء العادي بمنحى إنتشاره وبنقاط على هذا المنحى تدل على اتجاه الحقل الكهربائي أي على اتجاه الإستقطاب ونقال بأن الضوء العادي مستقطب واتجاه استقطابه معامداً للمحور البصري.

أما شعاع الحقل الكهربائي للموجة فوقه العادية "E" فيقع مع المحور البصري في مستوي واحد وغالباً ما يكون موازياً له بحسب نوع البلورة التي ولدت ظاهرة الإنكسار المضاعف، وهذا يمثل الضوء فوقه العادي بمنحى يدل على جهة انتشاره وبمستقيمات صغيرة معامدة لذلك المنحى تدل على جهة الحقل الكهربائي ونقال أن الضوء فوقه العادي مستقطباً وجهة استقطابه موازية للمحور البصري أو تصنع معه زاوية معينة.



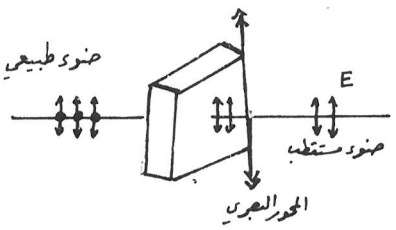
يوجد طرق عديدة لإنفاذ إحدى الحزمتين العادية أو فوق العادية والحصول على حزمة واحدة كما هو الحال في موشور نيكول الموضح بالشكل (5) (الذي يعتمد على الإنعكاس الكلي) حيث تمتص منه الموجة العادية "O" وتبرز منه الموجة فوقه العادية "E" إذن الضوء البارز من موشور نيكول هو ضوء مستقطب خطياً اتجاه استقطابه يوازي المحور البصري.



الشكل (5): موشور نيكول

يدعى موشور نيكول مقطباً للضوء لأنه يحول الضوء الطبيعي الساقط عليه إلى ضوء مستقطب.

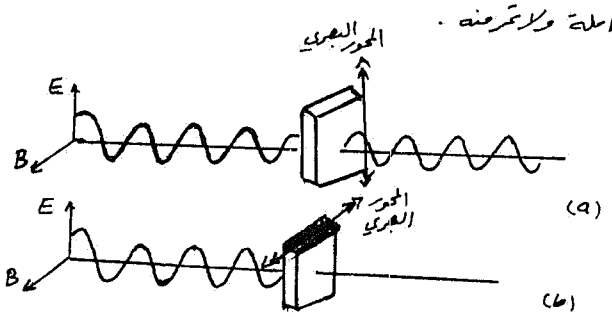
هذا ويوجد في الطبيعة بلّورات يمكنها أن تمتص إحدى الموجتين العادية أو فوقه العادية بدرجة متفاوتة. فإذا أخذت شريحة من التورمالين Tourmaline بحيث يكون سمكها بضع ميليمترات ومحورها البصري موازي لطولها كما في الشكل (6) وجعل الضوء الطبيعي يسقط على وجهها فإنها تمتص كامل الموجة العادية ولا ينفذ منها إلا الضوء فوق العادي فهي إذن مقطب طبيعي للضوء.



الشكل (6): شريحة من التورمالين تقطب الضوء

تصنع في الوقت الراهن مقطبات للضوء تسمى بولارويد Polaroid على هيئة طبقة رقيقة جداً من مواد عضوية وذلك بترتيب جزيئات المادة جزيئة جزيئة بشكل سلاسل منتظمة، ومع

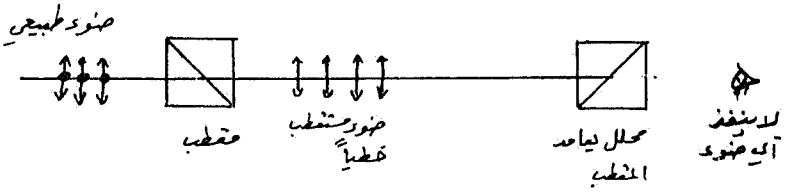
أن طريقة الصنع معقدة إلا أنها غير مكلفة لأنها تصنع بكميات كبيرة. والمقطب المصنوع بهذه الطريقة يمرر كامل الموجة العادية لـ "O" ويمتص الموجة فوجه العادية "E" والمستخدم في مختبراتنا كمقطب ومحلل للضوء، فالمقطب والمحلل هما أداة واحدة تستخدم في وضعين مختلفين. يبين الشكل (7) ورود موجه مستقطبه جيبة إستقطابها موازية للمحور البصري للمقطب فتمر منه ولا يمتصها وورود موجة جيبة استقطابها عمودية على المحور البصري للمقطب فيمتصها كاملة ولا تمر منه.



الشكل (7)
(a) موجة مستقطبة يمررها المقطب لأن جهة استقطابها توازي محوره البصري
(b) موجه مستقطبة لا يمررها المقطب لأن جهة استقطابها عامده لمحوره البصري

بما أن المقطب في هذه الحالة استطاع أن يبين لنا جهة استقطاب الضوء، فالضوء الذي تكون جهة استقطابه موازية لمحوره البصري يمر منه ولا يمتصه والضوء الذي تكون جهة استقطابه عامده لمحوره البصري لا يمر منه أي إنه دلنا على جهة الاستقطاب لذلك يدعى في هذه الحالة محلل لأنه حلل الظاهرة وكشف عنها.

إذن إذا ورد ضوء طبيعي على مقطب فإنه لا يمر منه سوى الأمواج التي تكون حقلها الكهربائي موازياً لمحوره البصري فيصبح الضوء البارز منه مستقطباً استقطاباً مستقيماً فإذا سقط هذا الضوء المستقطب على مقطب آخر وكان محوره البصري موازياً للأول فإن الضوء يبرز من المقطب الثاني، أما إذا كان محوره البصري عامداً للأول فإن الضوء لا يمر منه ويمتص كلياً. يدعى المقطب الثاني محلل لأنه يكشف فيما إذا كان الضوء مستقطباً أم لا، ولقد مثلنا ذلك بالشكل (8).



الشكل (8): الضوء النافذ من المقطب يكون مستقطباً خطياً
وإذا كان المحلل يعامد المقطب فلا ينفذ منه أي ضوء.

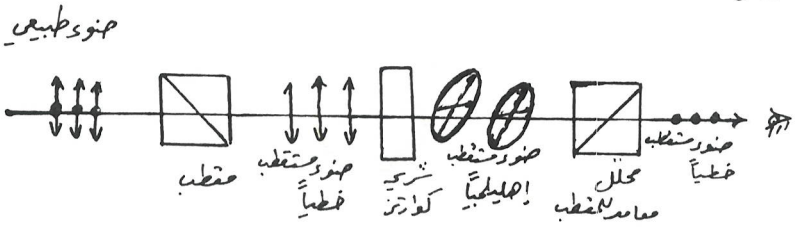
هذا وأن شدة الضوء المستقطب البارز من المقطب تكون تحديداً 50% من شدة الضوء الطبيعي الوارد.

IV - الإستقطاب الدوراني: « الفعالية الضوئية »

وجد آراغو عام 1811 أنه إذا وضعت شريحة من بلورة الكوارتز المقطوعة بحيث يكون المحور البصري موازياً لوجهها بين مقطب ومحلل متعامدين فإنه لا يمر من المحلل أي ضوء أي أنه يؤثر شرطاً فالضوء البارز من المحلل يكون معتماً قبل وضع الصفيحة أما إذا وضعنا شريحة من بلورة الكوارتز فإنه يمر من المحلل بعض الضوء وإذا أدير المحلل بزاوية معينة θ فإن الضوء البارز ينطفئ. نقول عن بلورة الكوارتز هذه أنها فعالة ضوئياً أي أنها تدير مستوى الحقل الكهربائي للموجة المستقطبة التي تسقط عليها أو نقول أنها تدير مستوى استقطاب الضوء.

كما وجد أن زاوية الدوران تتناسب مع سماكة الشريحة :

$$\theta = \varphi l$$



الشكل (9)

حيث: (φ) ثابتا تتوقف قيمته على طبيعة المادة وعلى طول موجة الضوء المستخدم

(l) طول ما يخترقه الضوء من الشريحة (سمكها) .

إذا أدار المشاهد المحلل بحيث تكون إطفاء الضوء البارز منه أي باتجاه عقارب الساعة فإن الدوران يكون يمينياً ويقال بأن البلورة يمنى . أما إذا كان عليه أن يدير المحلل بحيث يعاكس عقارب الساعة فيقول عن الدوران بأنه يساري أو أن البلورة يسرى . وغالباً ما تكون البلورة نفسها يمنى ويسرى في الوقت ذاته .

هذا ويوجد العديد من المواد صلبة ، سائلة أو غازية أو في حالة محلول تتصف بالفعالية الضوئية الطبيعية ومن أهمها محلول السكر . كما يمكننا تعريض هذه الظاهرة في المواد التي لا تتمتع بأية فعالية ضوئية فإذا ضغطنا مكعباً من الزجاج بتطبيقه قوة ميكانيكية عليه فإنه يصبح فعالاً ضوئياً ومداراً مع إدارة مستوي إستقطاب الضوء . كما أن تطبيق حقل مغناطيسي على بلورة من الزجاج وبجعلها قادرة على فعل ذلك وهذا ما سنصادفه في تجربة معقول فاراداي (الإستقطاب الدوراني القسري) فالأجسام الشفافة المتماثلة المناحي الموضوعة في حقل مغناطيسي تتمتع بصفة دوران مستوي الإستقطاب نتيجة لتطبيق الحقل المغناطيسي عليها وسوف نجد تفسيراً للإستقطاب الدوراني في تجربة معقول فاراداي .