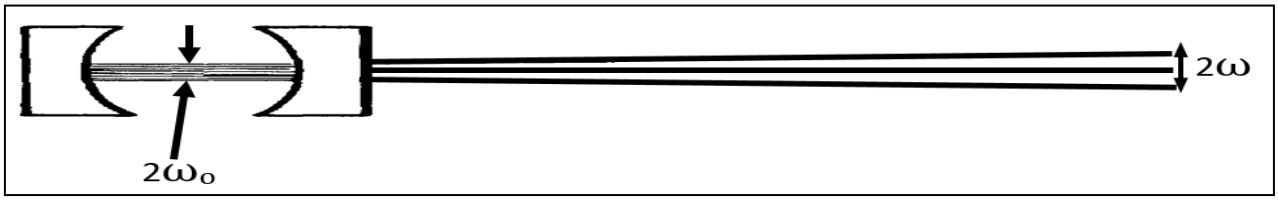
تـــــــــجربة الاتجاهيـــــــــــــة

النظرية : تعتمد اتجاهية اشعة الليزر على خصر الحزمة (ω_o) الناشئ داخل مرنان جهاز الليزر الذي يعمل على تذبذب الحزمة وتوجيهها ، لذلك يمكن قياس قطر الخصر من قياس قطر حزمة الليزر الساقطة على شاشة خارج الجهاز وعلى مسافات محدد وذلك لاعتماد قطر حزمة الليزر (ω)على المسافة (Z) إضافة الى الطول الموجي (λ).

فالاتجاهية هي نتيجة مباشرة لكون أن المادة الفعالة موضوعة داخل تجويف رنان وحركة الليزر داخله مرات عديدة قبل ان يخرج من المرآة الأمامية، وبعد ان تذبذب فقط الشعاع الموازي لمحور المرنان وبذلك تكون الأشعة الخارجة موازية لمحور المرنان، ومتوازية، ولا يحصل فيها سوى انفراج قليل جدا.



ان الحزمة تضيق الى اقل قطر (تخصر الحزمة) حيث تكون جبهة الموجة مستوية ويكون نصف قطر التكور مساويا الى ∞ في منطقة التخصر، ويقل تباعا كلما ابتعدنا عن التخصر ليبدأ بالزيادة للمسافات البعيدة جدا.

ويعطى نصف قطر الحزمة ω_o على بعد **Z** من التخصر بالمعادلة التالية .

$$\omega_o = \left[\frac{\omega^2}{2} - \left\{\frac{\omega^4}{4} - \left(\frac{\lambda Z}{\pi}\right)^2\right\}^{\frac{1}{2}}\right]^{\frac{1}{2}}$$

اولا طريقة حساب خصر حزمة الليزر المستخدم

١- نشغل جهاز الليزر بعد تنصيبه بصورة موازية تماما لسطح بنج العمل وبارتفاع مناسب مع المرايات العاكسة.

٢- نضبط الاتجاهات بتوجيه حزمة الليزر الى المرآة الأولى في الجهة المقابلة لينعكس بصورة كاملة الى المرآة الثانية، وهكذا عدة مرات بحيث تحصل على أكبر قطر لحزمة الليزر على الشاشة .

٣- نقيس المسافة Z من فتحة الليزر الى الشاشة و القطر (2ω) على الشاشة .

٤- قلل المسافة Z بمقدار مناسب وقس بدقة قطر البقعة على الشاشة ودون القراءات في جدول كما يلي: -

٥- احسب ω_o .

$Z\ m$	$2\omega\ cm$	$\omega\ cm$	ω_o

ثانيا طريقة قياس زاوية انفراج شعاع الليزر

١- نشغل جهاز الليزر بعد تنصيبه بصورة موازية تماما لسطح بنج العمل وبارتفاع مناسب مع المرايات العاكسة.

٢- نضبط الاتجاهات بتوجيه حزمة الليزر الى المرآة الأولى في الجهة المقابلة لينعكس بصورة كاملة الى المرآة الثانية، وهكذا عدة مرات بحيث تحصل على أكبر قطر لحزمة الليزر على الشاشة.

٣- نقيس المسافة Z من فتحة الليزر الى الشاشة ونقيس القطر (2ω).

٤- نقلل المسافة Z بمقدار مناسب وقس بدقة قطر البقعة على الشاشة ودون القراءات في جدول كما يلي: -

$Z\ m$	$2\omega\ cm$	$\omega\ cm$

الحسابات والمناقشة

١. ارسم بياني بين ω و Z واحسب زاوية الانفراج θ من ميل الخط المستقيم عمليا.

$$\theta = \frac{\omega}{Z}$$

٢. احسب ω_o نظريا من زاوية الانفراج المحسوبة من الرسم البياني وقارنها مع مقدارها المحسوب من الطريقة الاولى.

$$\theta = \frac{\lambda}{\pi\ \omega_o}$$

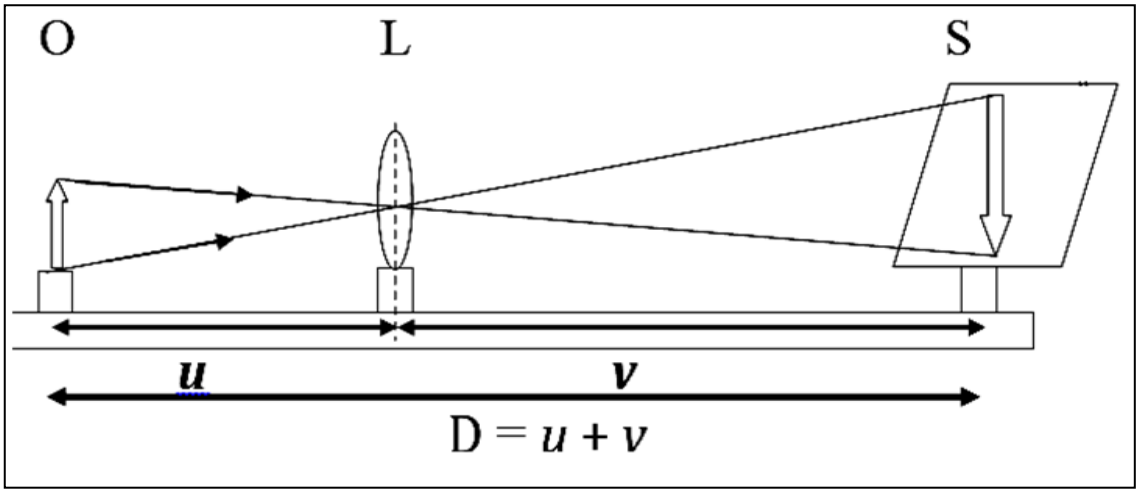
٣. عرف زاوية الانفراج وعلى ماذا تعتمد وماذا تستنتج من النتائج التي حصلت عليها من التجربة؟

٤. ما سبب ظهور حافات غير حادة في بقعة الليزر الساقطة على الشاشة وما علاقتها بالحيود؟

٥. عمليا ناقش العبارة التالية " ان حزمة الليزر تنتشر بتوزيع كاوسي، وأن مقدار 86.5% من الطاقة الكلية تكون محصورة في مساحة نصف قطرها ω ".

تـــــــــجربة البعد البؤري لعدسة لامـــــــــــة

النظرية : ان دراسة تغير المسافة بين الشاشة والجسم D والمسافة u بين الجسم والعدسة (على اعتبار ان سمك العدسة صغير جدا) والمسافة من الشاشة الى العدسة v.من ابسط الطرق المتبعة لحساب البعد البوري لعدسة لامة f والمنظومة (المكونات المادية للتجربة) من ابسط المنظومات و تتكون من المصطبة الضوئية التي يثبت عليها الجسم (يضاء بمصدر ضوئي أحادي اللون) والعدسة وتكون محمولة على حامل العدسة ولدقة قياس المسافة يجب أن تكون العدسة في المنتصف تماما والشاشة (لتسقط عليها الصورة الحقيقية)، كما في المخطط التالي: -



نلاحظ ان الصورة مكبرة ومقلوبة وحقيقية حيث الجسم يقع على مسافة من العدسة أكبر من البعد البؤري واقل من الضعف $2f$ ويمكن مباشرة حساب البعد البؤري من تطبيق معادلة العدسات (صيغة **كاوس للعدسات الرقيقة**) ولكن النتيجة تكون غير دقيقة

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v} \implies f = \frac{uv}{v+u} \implies$$

$$f = \frac{uv}{D}$$

اولا : الطريقة المباشرة لحساب البعد البؤري

١- ثبت الشاشة على مسافة ($D>4f$) من الجسم .

٢- حرك العدسة امام الجسم حتى تتكون صورة مكبره واضحة وقس المسافة من الجسم الى العدسة u.

٣- نقيس المسافة v من الصورة الى العدسة باستخدام مسطرة المصطبة وايضا تساوي $v = D - u$

٤- طبق المعادلة اعلاه (**داخل المستطيل**)لإيجاد البعد البؤري مباشرة

٥- غير المسافة D عدد مرات واعد الخطوات ٢و٣و٤

٦- احسب معدل البعد البؤري من كل القراءات السابقة .

ثانيا طريقة الازاحة تغير المسافة D وحساب المسافة بين موضع التكبير والتصغير

تمتاز هذه الطريقة في انها لا تعتمد على المركز البصري عند قراءة المسافة لأننا سوف نحسب المسافة بين موضع العدسة في حالة التكبير والتصغير **d** وحسب العلاقة التالية

$$4f = \frac{D^2 - d^2}{D}$$

ومن الرسم بين المقدار $(\boldsymbol{D^2 - d^2})$ على المحور الصادي مع المسافة D على المحور السيني والناتج خط مستقيم ميله يساوي $4f$

طريقة العمل :

١. ثبت الشاشة على مسافة (D>4f) من الجسم .

٢. حرك العدسة في المجال ($f \rightarrow 2f$) من الجسم حتى تتكون صورة مكبره واضحة وقس المسافة من الجسم الى العدسة d1 .

٣. حرك العدسة باتجاه الشاشة حتى تحصل على صورة واضحة مصغرة ويمكن ان تكون على بُعد من الشاشة بقدر d1 قس المسافة من الجسم الى العدسة d2 .

٤. زد المسافة D بمقدار مناسب وكرر الخطوات ٣ و ٤

٥. رتب القراءات في جدول كما يلي :-

D cm	d1cm	d2cm	d =(d2- d1) cm	$D^2 cm^2$	$d^2 cm^2$	$(D^2 - d^2) cm^2$

٦. ارسم مخطط بياني بين قيم $(D^2 - d^2)$ على المحور العمودي y مع قيم D على المحور الأفقي x

٧. احسب البعد البؤري للعدسة المستخدمة ويساوي **الميل** 4f

تـــــــــجربة حساب معامل الانكسار للزجـــــــــــــاج

النظرية : عند اصطدام شعاع ضوئي بسطح يفصل وسطين شفافين تختلف سرعة الضوء فيهما بشكل ملحوظ فان الشعاع الساقط ينقسم بصورة عامة الى شعاع منكسر ومنعكس ، ويجب ان تكون هناك زاوية محسوس بين الشعاع والعمود المقام على الحد الفاصل لأنه لا يحدث الانكسار في حالة السقوط العمودي . وعند انتقال الضوء من وسط الى آخر فان الضوء ينحرف عن مساره بحيث تظل النسبة بين جيبي زاوية السقوط والانكسار للوسطين ثابتة .

وهذا هو قانون سنل .

$$\sin\theta_i = n \cdot \sin\theta_r$$

وقد وجد ان هذه النسبة خاصة للمادة ويطلق عليها اسم (معامل انكسار المادة Refractive Index ونرمز له n)،او يُعرف بأنه مقدار النسبة بين سرعة الضوء في الهواء الى سرعته في وسط لطول موجي معين .ويعتمد معامل الانكسار على :- طول موجة الضوء ويتناسب عكسيا ، نوع الوسط ويتناسب طرديا مع الكثافة و درجة الحرارة .

طريقة العمل لحساب معامل انكسار قطعة زجاج على شكل متوازي المستطيلات

١- ارسم خط مستقيم عمودي على ورقة بيضاء اكبر بقليل من القطعة الزجاجية المراد حساب معامل انكسارها .

٢- ضع الورقة على المنقلة الدائرية بحيث يكون العمود منطبق على صفر المنقلة ثم ضع عليها القطعة الزجاجي المستطيلة وحدد موضع سقوط الشعاع بحيث يصنع زاوية **30** مع العمود وحدد كذلك موضع نفاذ الشعاع بالقلم ثم ارفع القطعة الزجاجية ووصل بين النقطتين موضع السقوط الشعاع و النفاذ

θ_i	θ_r	Sin θ_i	Sin θ_r
30 35			

٣- نقيس الزاوية بين العمود والخط بين النقطتين ويمثل زاوية الانكسار

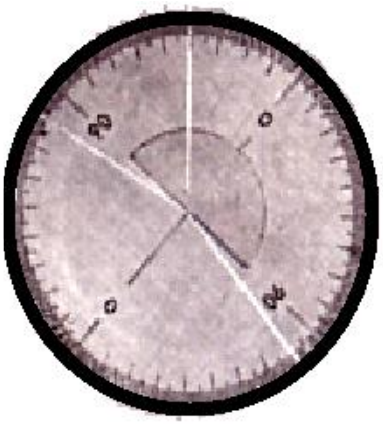
٤- اعد الخطوات ١و٢و٣ لكن غير زاوية السقوط بمقدار 5 درجات

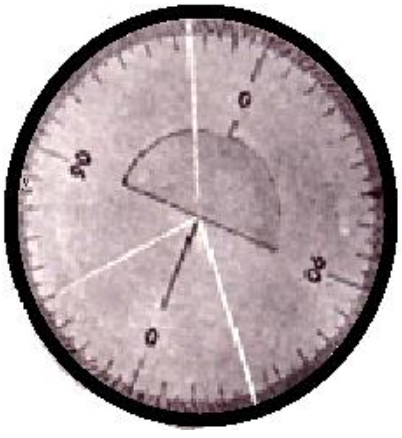
٥- اعد الخطوة ٤ للأربع زوايا سقوط مناسبة ورتب القراءات في جدول

٦- ارسم بياني بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار واحسب الميل يساوي n

حساب معامل انكسار مادة بلاستك على شكل نصف دائرة

١- ضع قطعة البلاستك كما في الشكل ادنها بحيث يسقط الشعاع عمودي على المحيط وبهذا لا ينكسر عند دخول الوسط الشفاف **لماذا**





٢- نقيس زاوية الانكسار وزاوية السقوط

٣- رتب القراءات كما في الجدول السابق

٤- ارسم بين جيب زاوية السقوط وجيب زاوية الانكسار واحسب معامل انكسار مادة البلاستك من الميل .

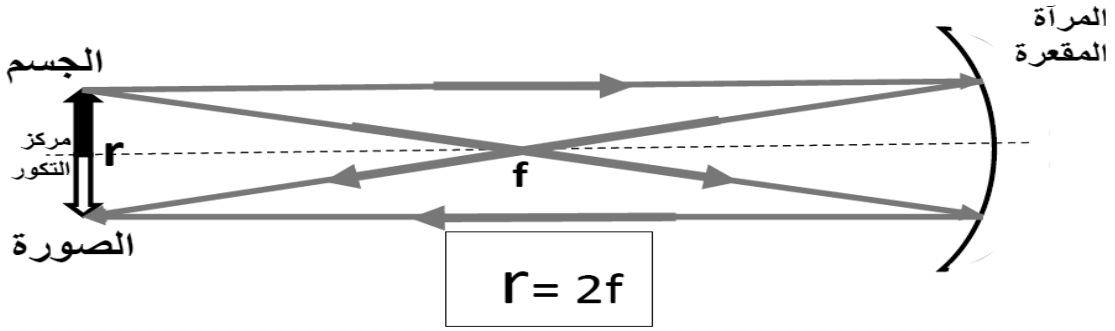
تـــــــــجربة المرايا المقعرة والمحدبـــــــــــة

الغرض من التجربة :-

١- تعين نصف قطر تكور وتحدب المرآة المقعرة والمحدبة

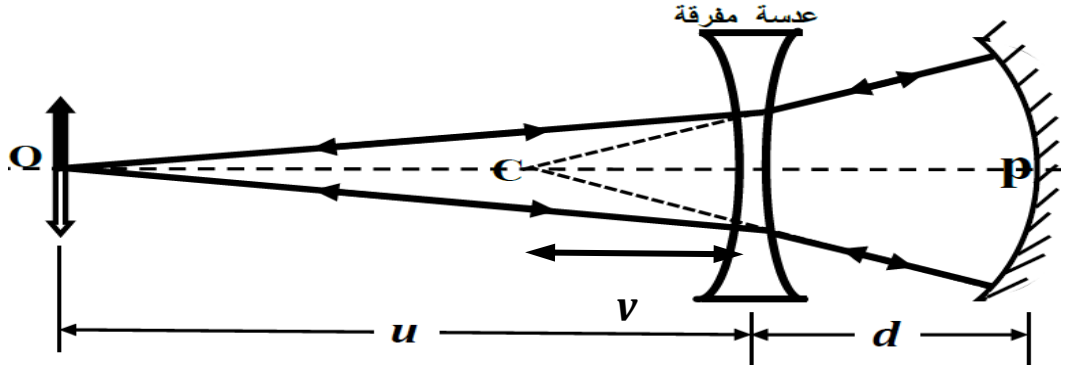
٢- حساب البعد البؤري للعدسة المفرقة والمرآة المحدبة

النظرية :- من ملاحظة مخطط الاشعة الساقطة على المرآة المقعرة والجسم الموضوع في مركز تكور المرآة ان الصورة الحقيقية المقلوبة والمطابقة لحجم الجسم تقع تماما عند موضع الجسم (**السهم** ⇑) وان منتصف المسافة يمثل البعد البؤري لهذه المرآة وكما في الشكل وتعتبر هذه ابسط طريقة لحساب البعد البؤري .



اولا أيجاد البُعد البؤري لعدسة مفرقة باستخدام مرآة مقعرة

عند وضع عدسة مفرقة امام مرآة مقعرة بحيث تكون ضمن المسافة **r** (نصف قطر التكور للمرآة) وتحريكهما معا مبتعدين عن الجسم بشرط تكون المسافة بينهما ثابتة (**d**) حتى تتكون صورة حقيقية مقلوبة ومطابقة لحجم الجسم تماما وعند موضع الجسم وكما في الشكل التالي



من الشكل نلاحظ ان الاشعة الصادرة من الجسم تكون صورة عند موضع الجسم لأنها بعد مغادرة العدسة المفرقة تسقط على المرآة بصورة عمودية وهذا يعني انطباق الصورة الخيالية الناتجة من امتداد الاشعة النافذة من العدسة على الاشعة المنعكسة من المرآة والمركزة في مركز تكور المرآة **C** ولكن بسبب انكسارها داخل العدسة تنطبق مع موضع الجسم .

من التعويض في قانون كاوس للعدسات المفرقة والامة $\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$

وان بعد الصورة الخيالي يساوي $v = -(r - d)$

نحصل على البعد البؤري للعدسة المفرقة كما يلي :

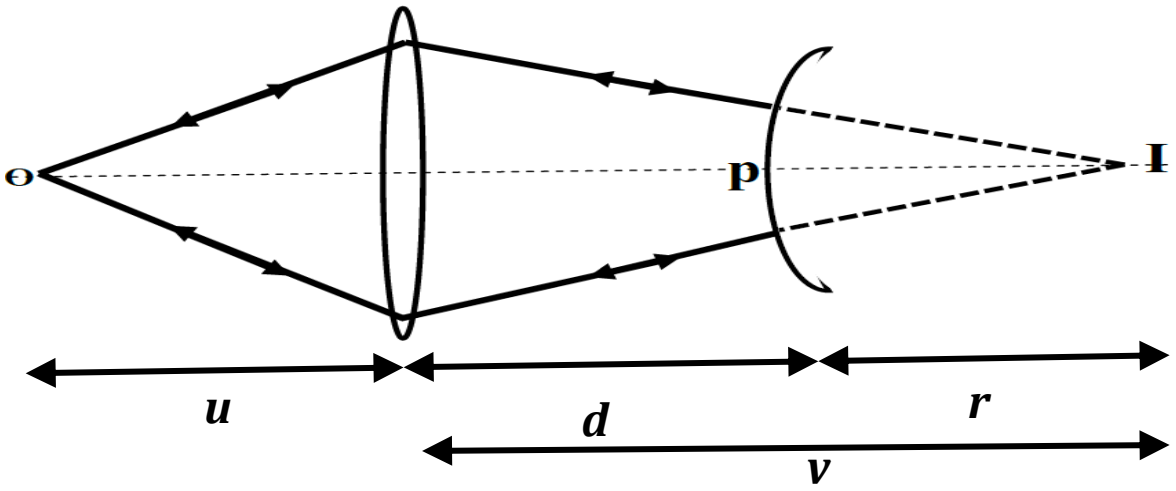
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{-(r-d)} \Rightarrow \quad f = \frac{u(r-d)}{u-(r-d)}$$

طريقة العمل للإيجاد البعد البؤري للعدسة المفرقة

١- نثبت المسافة بين العدسة والمرآة
٢- نحرك العدسة والمرآة معا باتجاه او عكس اتجاه الجسم حتى نحصل على صورة بحجم الجسم وتكون تماما في موضع الجسم مقلوبة وحقيقية
٣- نقيس المسافة $\boldsymbol{u}$ بدقة عالية ونسجل القراءات في جدول
٤- نغير المسافة بين العدسة والمرآة $\mathbf{d}$ ونعيد الخطوات ٢و٣
٥- نحسب البعد البؤري للعدسة من القانون اعلاه لكل قراءات ونجد المعدل

ثانيا أيجاد البُعد البؤري لمرآة محدبة باستخدام عدسة لامة

ان وضع الجسم امام مرآة محدبة وعلى مسافة اكبر من البعد البؤري يؤدي الى تكوين صورة خيالية مصغرة معتدلة وبعد وضع عدسة لامة كما في الشكل



فان الصورة المنعكسة عن المرآة والمارة خلال العدسة سوف تتكون حقيقية ومعكوسة عند موضع الجسم وبنفس حجم الجسم وهذا يحدث فقط عندما تنكسر الاشعة داخل العدسة وتتجه وتسقط على المرآة بصورة عمودية ثم تنعكس سالكة نفس الطريق الى موضع الجسم .

ان الموضع $\mathbf{O}$ عبارة عن موضع الجسم والصورة المنطبقة

$\mathbf{I}$ موضع الصورة الحقيقية المقلوبة المتكونة عندما لا تكون المرآة موجودة

حساب البُعد البؤري لمرآة محدبة

حسب قانون كاوس للعدسات $\dfrac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{f}} = \dfrac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{u}} + \dfrac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{v}} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{v} = \dfrac{\boldsymbol{uf}}{\boldsymbol{u-f}}$

اذن نصف قطر تحدب المرآة يساوي $\boldsymbol{r = v - d}$ من الشكل اعلاه

والبعد البؤري للمرآة يساوي $\boldsymbol{f = \frac{r}{2}}$

طريقة العمل

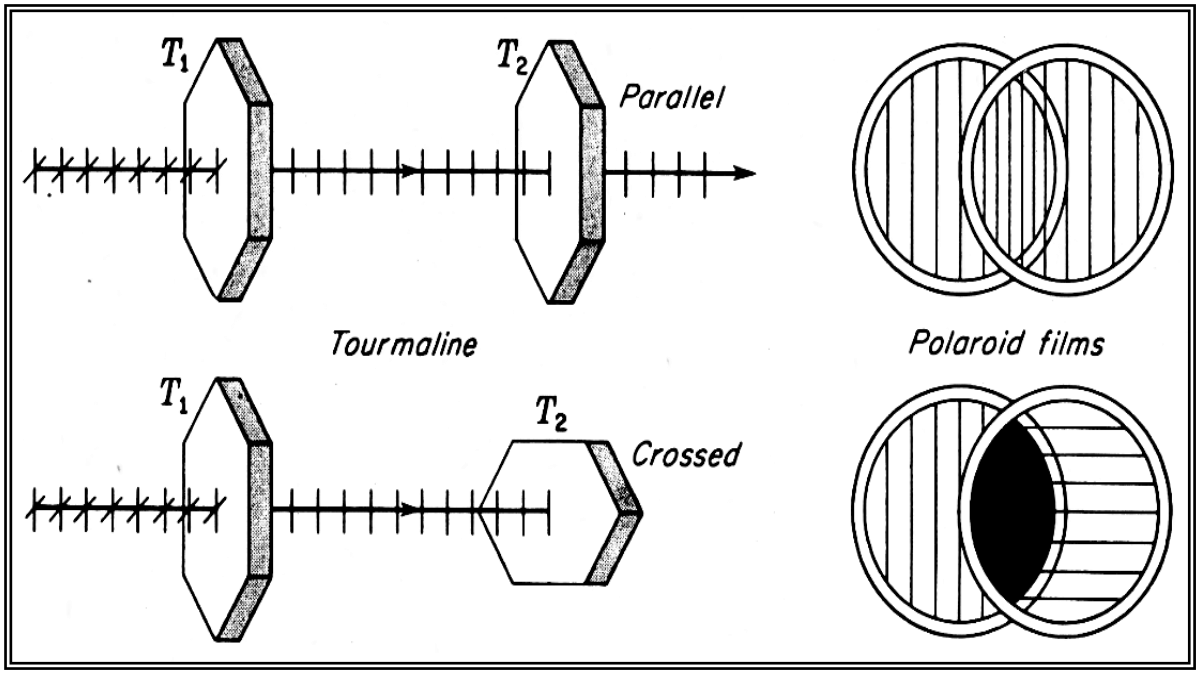
نفس الخطوات السابقة لكن نحسب هنا البعد البؤري للمرآة المحدبة من القوانين اعلاه

تـــــــجربة ظاهرة الاستقطاب بالامتصـــــاص

الغرض من التجربة : تحقيق قانون مالُس (*Law of Malus*)

الأجهزة المستخدمة : مصدر ضوئي ، مقياس الشدة الضوئية ، مصطبة ضوئية ، بلورتان تورمالين .

الاستقطاب بالبلورات ثنائية اللون : يكون لهذه البلورات خاصية الامتصاص الانتقائي لإحدى المركبتين المتعامدتين في الضوء العادي . ويبدي عدد من الخامات المعدنية وبعض المركبات العضوية ظاهرة ثنائية اللون . وربما يكون التورمالين هو أحد أحسن البلورات المعدنية . فعندما تسقط حزمة رفيعة من الضوء العادي على شريحة رقيقة من التورمالين (**المُستقطب**) ، كما في الشكل ، يكون الضوء النافذ مستقطباً . يمكن التحقق من هذا بواسطة بلورة ثانية (**المحلل**) . بجعل المُستقطب والمحلل متوازيتين ، فان الضوء النافذ من الأولى ينفذ أيضا من البلورة الثانية (المحلل) وعندما تدار البلورة الثانية (المحلل) بمقدار 90^o ينعدم نفاذ الضوء منها ترجع هذه الظاهرة الى الامتصاص الانتقائي بواسطة التورمالين لجميع الأشعة الضوئية التي تهتز في مستو معين .



أذن البلورة الأولى المستخدمة تسمى **المُستقطب** (Polarizer) أي هو المسئول عن تكوين ضوء مستقطب والبلورة الثانية التي تأتي بعد الأولى تسمى **المحلل** (Analyzer)وهو المسئول عن الكشف عن كون الضوء ستقطب أم غير مستقطب كليا او جزئيا .

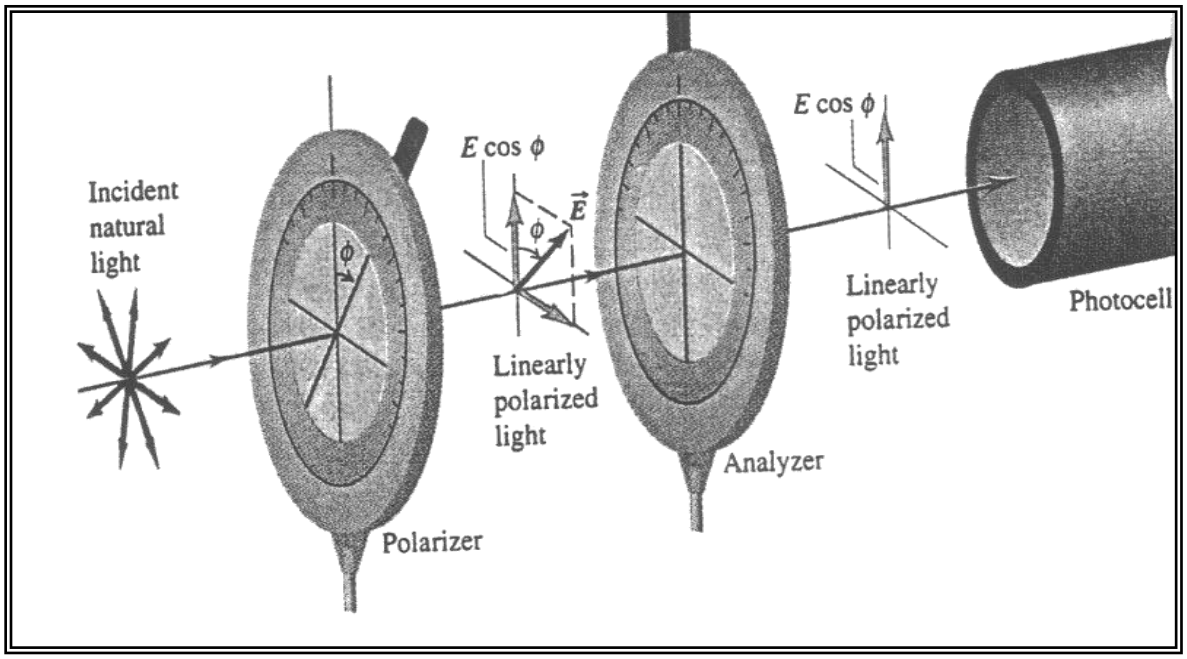
قانون مالُس (مالُس (١٧٧٥-١٨١٢) مهندس في الجيش الفرنسي اكتشف الاستقطاب بالانعكاس صدفة عند النظر خلال بلورة كالسايت الى الضوء المنعكس من نوافذ قصر لوكسمبورك) .ويشير قانون مالُس الى كيفية تغير الشدة النافذة بواسطة **المحلل** مع تغير الزاوية التي يصنعها مستواه مع **المُستقطب** .

النظرية : يستند إثبات قانون مالُس الى حقيقة أن أي ضوء مستقطب استقطابا استوائيا مثلاً (الضوء الناتج من المُستقطب) يمكن تحليله الى مركبتين ، أحداهما موازية لمستوي النفاذ للمحلل والأخر عمودي عليه ، المركبة الأولى منها هي التي يسمح لها بالنفاذ .

لتكن E السعة النافذة من المُستقطب وعندما يسقط على المحلل بزاوية يمكن تحليل السعة الساقطة الى مركبتين E_1, E_2 ،تستبعد الثانية منها في المحلل لذلك تكون سعة الضوء التي تنفذ من المحلل هي: $E_1 = E \cos \theta$

وتكون شدتها $\mathbf{I = E^2_1 = E^2 \cos^2 \theta} \Rightarrow \boxed{I = I_o \cos^2\theta}$

تشير I_o الى شدة الضوء المستقطب الساقط , Iشدة الضوء المقاس بمقياس الشدة الضوئية (النافذ من المحلل) و θ الزاوية بين اللوح المُستقطب واللوح المحلل .فإذا كان المحلل مواز للمستقطب فان الشدة I تصبح تقريباً مساوية للشدة I_o تقريبا لأن الضوء ينقص قسما من شدته نتيجة الامتصاص في المحلل .



طريقة العمل :

١- ثبت زاوية اللوح المُستقطب على الصفر وسجل قراءة مقياس الشدة I_o ويجب الانتباه الى عدم تغير المسافة بين اللوح المُستقطب ومقياس الشدة

٢- ضع اللوح المحلل على مسافة مناسبة من اللوح المُستقطب وابدأ بتغير الزاوية بدرجات مناسبة 10^o وسجل لكل زاوية قراءة مقياس الشدة I وسجل القراءات في جدول مناسب .

غير زاوية المُستقطب ($\mathbf{0^o - 30^o - 45^o - 60^o - 90^o}$) وكرر الخطوة ٢ أعلاه تغير الزاوية بدرجات مناسبة 10^o وسجل القراءات في الجدول .

٣- ارسم مخطط بياني بين مربع جيب تمام الزاوية θ ونسبة الشدة(I/Io) لزاويتين 0o و90o على نفس الورقة البيانية وتحقق من قانون مالُس ماذا تستنتج ، كذلك جد الزاوية التي تنقص الشدة الى النصف والثلث والربع ،وارسم كذلك على ورقة بياني آخر بين الزوايا(30^o – 45^o - 60^o) مع الشدة I .