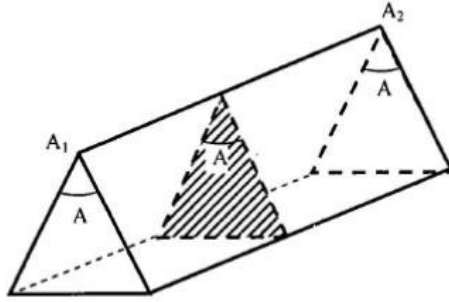


5- الموشور prism

يعرف الموشور بأنه وسط شفاف متجانس محدد بكاسرين مستويين غير متوازيين (الشكل رقم 7) نسمي A_1A_2 (الفصل المشترك للكاسرين) حرف الموشور، والزاوية \hat{A} الكائنة بينهما زاوية الموشور، والوجه المقابل للحرف قاعدة الموشور.



الشكل (7): موشور ومقطع عرضي فيه ممثلاً بالمثلث المخطط



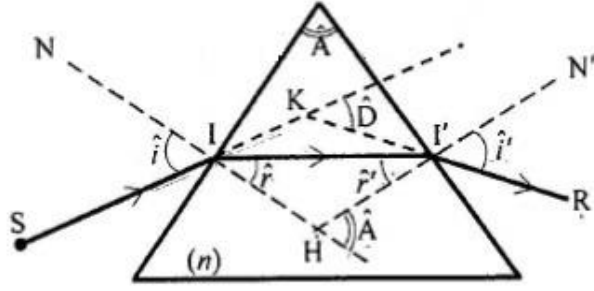
1-5- قوانين الموشور laws of prism

نعتبر شعاع SI يرد بزاوية \hat{i} على الموشور، فينعكس داخله مقترباً من الناطم NH (على وجه الورد) وذلك مهما كانت زاوية وروده، فإن الشعاع يبرز بالاتجاه $I'R$ مبتعداً عن الناطم $N'H$ (على وجه البروز). نرسم لزاوية الانكسار لدى الدخول بالرمز \hat{r} ، ولزاوية البروز بالرمز \hat{i}' ، ولزاوية الانحراف بالرمز \hat{D} (وهي الزاوية الكائنة بين امتداد الشعاع الوارد SI وامتداد الشعاع البارز $I'R$). وكما نعتبر أن الموشور مغمور في الهواء (الشكل 8)، عندئذ يكون:

$$(11) \sin \hat{i} = n \sin \hat{r}$$

$$(12) \sin \hat{i}' = n \sin \hat{r}'$$

$$(13) \hat{A} = \hat{r} + \hat{r}'$$



الشكل (8): زاوية الورود وزاويتي الانكسار والبروز لشعاع ضوئي وارد على الموشور.

نحصل على المعادلتين 11, 12 من جملة المعادلات السابقة بتطبيق قانون ديكارت على وجهي الورود والبروز.

أما المعادلة 13 فتنتج من المثلث HII' الذي زاويته الخارجية في \hat{H} تساوي زاوية الموشور \hat{A} بالتعامد.



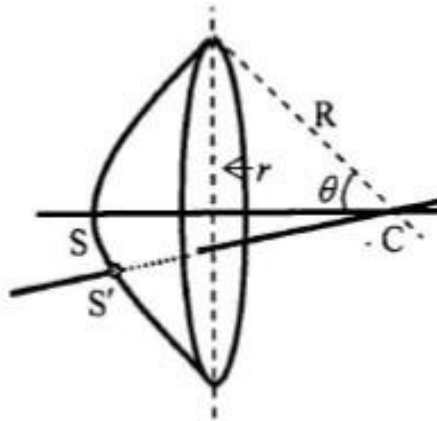
6- المرايا الكروية Curved mirrors

إذا كان السطح العاكس جزءاً من كرة نقول أنه لدينا مرآة كروية (الشكل 9) نسمي المحور الأصلي هنا محور

التناظر الدوراني (SC) ونسمي C مركز المرآة و R نصف قطرها نقول عن كل مستقيم $S'C$ يمر بالمركز C أنه

محور ثانوي. ونسمي النقطة S ذروة المرآة، والزاوية θ زاوية فتحة المرآة، والدائرة التي نصف قطرها r قاعدة

المرآة الكروية.



الشكل (9): عناصر مرآة كروية.

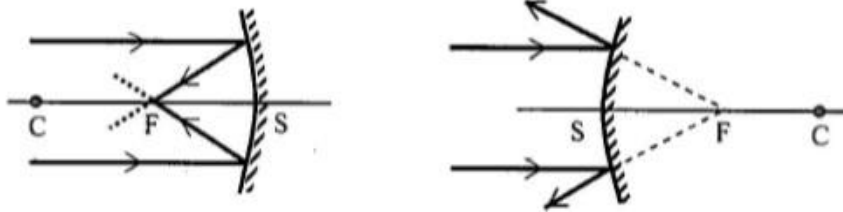
نشير هنا أنه قد يكون السطح العاكس للمرآة هو السطح المقابل للمركز, او السطح الآخر وفي هذه الحالة نقول عن المرآة أنها مقعرة أو محدبة (الشكل 10).



الشكل (10): يمين: مرآة كروية مقعرة, يسار: مرآة كروية محدبة.

1-6- المحرق focus (focal point) في المرآة الكروية

المحرق الرئيسي لمرآة كروية هو النقطة F التي تتجمع عندها الأشعة المتوازية والموازية للمحور الأصلي. ويكون المحرق حقيقياً في المرآة الكروية المقعرة ووهيمياً في المرآة الكروية المحدبة (الشكل 11).



الشكل (11): المحرق F حقيقي في المرآة المقعرة ووهيمي في المحدبة.

يقع المحرق على المحور الأصلي في منتصف المسافة بين مركز المرآة الكروية C والذروة S أي أن:

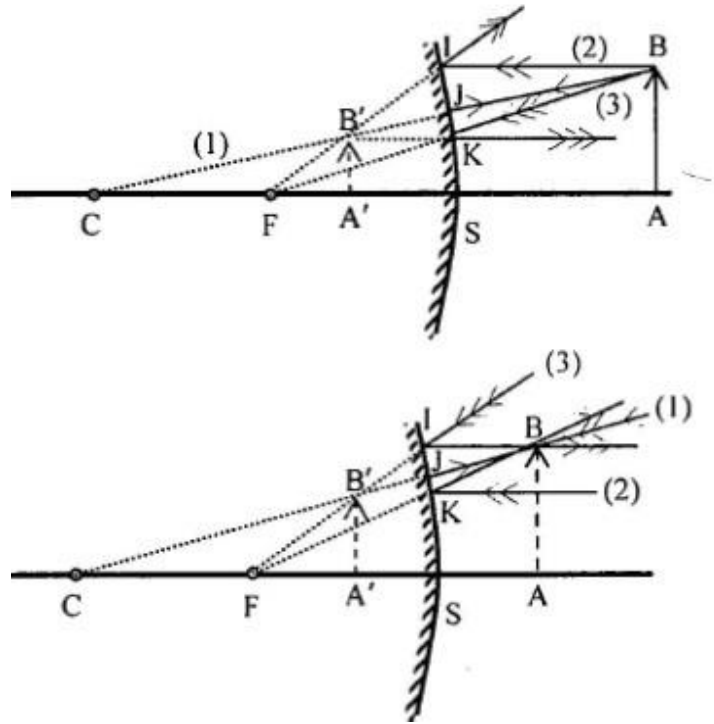
$$(14) F = \frac{1}{2} \overline{SC} = \frac{1}{2} R$$

2-6- الإنشاء الهندسي لخيال جسم في المرآة الكروية

نعتبر جسماً AB عمودياً على المحور (المحور الأصلي) في النقطة A. لإيجاد خياله يكفي إيجاد B' خيال B, ثم نرسم من B' عموداً على المحور فيقطعه في نقطة A' هي خيال A. إذن يجب أن نوجد هنا B' , ومن أجل ذلك نرسم من B الشعاعين:

1- BC الذي يمر من المركز فينعكس في النقطة J على نفسه

2- BI الموازي للمحور فينعكس ماراً بالمحرق F فتكون B' نقطة تقاطع هذين الشعاعين المنعكسين أو ممدبيهما.



الشكل (12): الإنشاء الهندسي للخيال في مرآة كروية محدبة.

قانون ديكارت (غوص) في المرايا الكروية:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S} + \frac{1}{S'}$$

حيث أن S بعد الجسم عن رأس المرآة, بعد الخيال عن رأس المرآة و f هو البعد المحرقي.

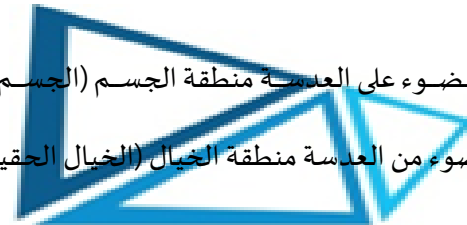
7- العدسات lenses

نسمي كل وسط شفاف محدد بسطحين كرويين يمكن لأحدهما أن يكون مستويًا اسم العدسة. ونسمي المستقيم الواصل بين مركزي انحناء الوجهين المحور الأصلي. وتصنف جميع العدسات في نوعين رئيسيين.

العدسات الرقيقة الحواف (المقربة): تتميز مثل هذه العدسات كونها أسمك في وسطها منها عند حوافها وهي إما محدبة الوجهين أو مستوية محدبة أو محدبة مقعرة (هلال مقرب).

العدسات السميكة الحواف (المبعدة): وتتميز بكونها أسمك عند حوافها منها في الوسط وهي إما مقعرة الوجهين أو مستوية مقعرة أو محدبة مقعرة (هلال مبعد).

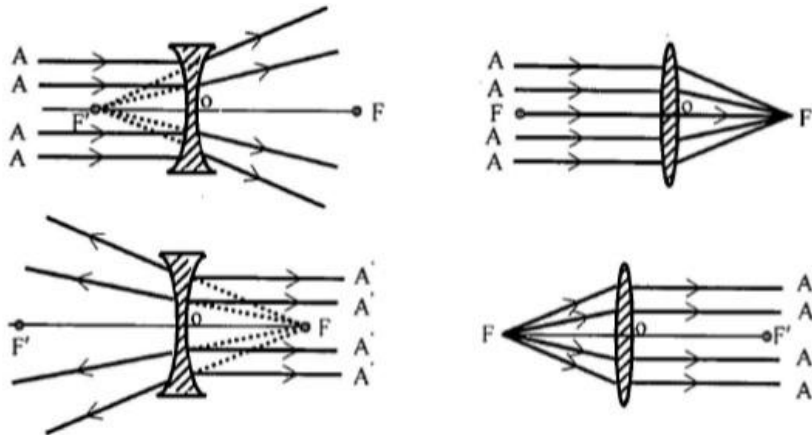
ونسمي الوسط الذي يرد منه الضوء على العدسة منطقة الجسم (الجسم الحقيقي يقع في هذه المنطقة). ونسمي المنطقة التي يبرز إليها الضوء من العدسة منطقة الخيال (الخيال الحقيقي يقع في هذه المنطقة).



1-7- المركز البصري optical center والمحرقان

يعرف المركز البصري بأنه النقطة التي إذا ورد شعاع على العدسة ومرّ منها فإنه يبرز من هذه النقطة دون انحراف. نجعل النقطة A تبتعد إلى اللانهاية، عندئذٍ ينتهي الخيال A' إلى المحرق (F') (الشكل 13).

ونجعل النقطة A' (الخيال) تبتعد إلى اللانهاية، عندئذٍ ينتهي الجسم A إلى المحرق (الجسم F).



الشكل (13): المركز البصري في العدسات المقربة والمبعدة.

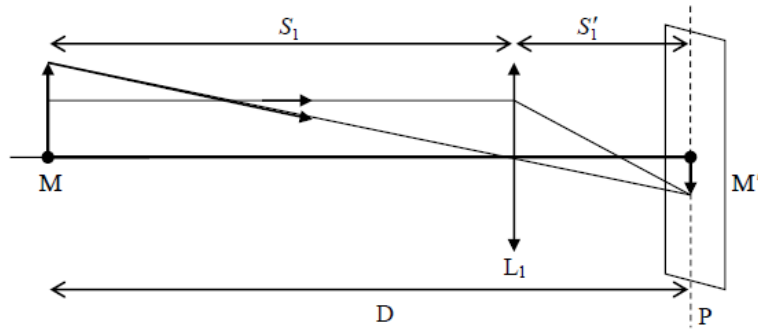
بالنسبة للمركز البصري فإن:

$$(15) f = -f'$$

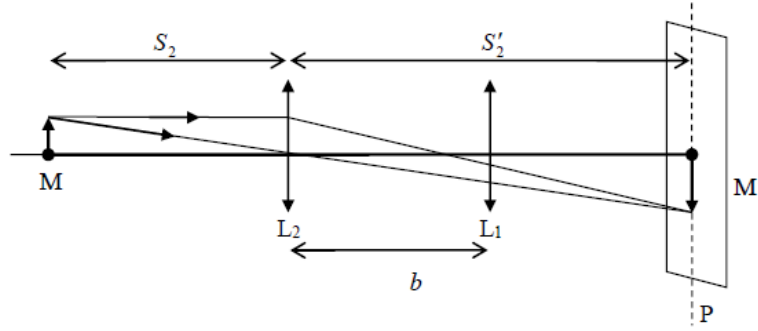
إذن: المحرقان في العدسة الرقيقة متناظران بالنسبة للمركز البصري. المحرقان في العدسات المقربة حقيقيان بينما هما وهميان في العدسات المبعدة.

قانون العدسات law of lenses:

هو علاقة رياضية تربط بين بعد الجسم المضيء وبعد خياله عن العدسة، وبين البعد المحرقي للعدسة. فإذا وضعت عدسة مقربة بين الجسم M والحاجز P (الشاشة) وكان البعد بينهما كافياً، يكون للجسم على الحاجز P من أجل موضع أو موضع معين L_1 خيالاً مصغراً تكون له في موضع آخر L_2 خيال مكبر، كما هو مبين في الشكلين.



A خيال مصغر



B خيال مكبر

لرمز للمسافة الفاصلة بين الجسم M والحاجز P بالرمز D ، وللمسافة بين موضعي العدسة L_1 و L_2 بالرمز b . ليكن S_1 و S_1' بعدي كل من الجسم والخيال عن العدسة في الوضع الأول (خيال مصغّر)، و S_2 و S_2' بعديهما عن العدسة في الوضع الثاني (خيال مكبر). عندما يتشكل للجسم M خيال M' في عدسة مقربة، ونعكس جهة الأشعة الواردة، نجد حسب مبدأ رجوع الضوء، أنه إذا وضعنا في M' جسمًا فإن خياله سيتشكل في M . نقول عن النقطتين M و M' إنهما مترافقتان، أي أن إحداهما خيال للأخرى. وبناءً عليه، يكون بعد العدسة عن الحاجز (الشاشة) في الوضع L_1 يساوي بعد الجسم عن العدسة في الوضع L_2 . وبالتالي، يمكننا أن نكتب العلاقتين التاليتين:

$$S_2 = S_1' \quad \& \quad S_1 = S_2'$$

ومن الشكل السابق يمكننا أن نكتب:

$$D = S_1 + S_1' = S_2 + S_2'$$

وكذلك:

$$b = S_1 - S_1' = S_2' - S_2$$

وبجمع العلاقتين الأخيرتين طرفاً إلى طرف نجد أن:

$$S_1 = \frac{D + b}{2}$$

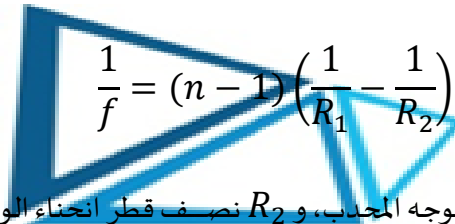
وبطرحهما تنتج العلاقة التالية:

$$S'_1 = \frac{D - b}{2}$$

وبتطبيق قانون العدسات الرقيقة (قانون غوص)، نحصل على العلاقة التالية:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{S_1} + \frac{1}{S'_1} \quad (16)$$

تُعتبر العلاقة (16) صالحة من أجل العدسات المبعدة أيضاً، إلا أن البعد المحرقي في هذه الحالة، يكون سالِباً لأن محرق العدسة المبعدة وهمي. ولكن إذا كان أحد سطحي العدسة محدباً والآخر مقعراً، فإننا نطبق القانون الآتي بدلاً من العلاقة أو القانون المعطى بالعلاقة (16):



$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (17)$$

حيث R_1 نصف قطر انحناء الوجه المحدب، و R_2 نصف قطر انحناء الوجه المقعر، و n قرينة انكسار العدسة بالنسبة للهواء.

ملاحظة:

لا يمكن للعدسة المقربة ذات البعد المحرقي f أن تشكل للجسم خيالاً على الحاجز (الشاشة) P ، إلا إذا كانت المسافة D أكبر من أربعة أمثال البعد المحرقي، أي أن $D \geq 4f$. ويتبين ذلك من خلال التعويض عن المقدار

S' بالمقدار $(D - S)$ من قانون العدسات، العلاقة (16)، حيث نجد أن:

$$S^2 - D.S + D.f = 0$$

وهي معادلة جبرية من الدرجة الثانية لها حلان من الشكل:

$$S = \frac{1}{2} \pm \sqrt{D^2 - 4D.f}$$

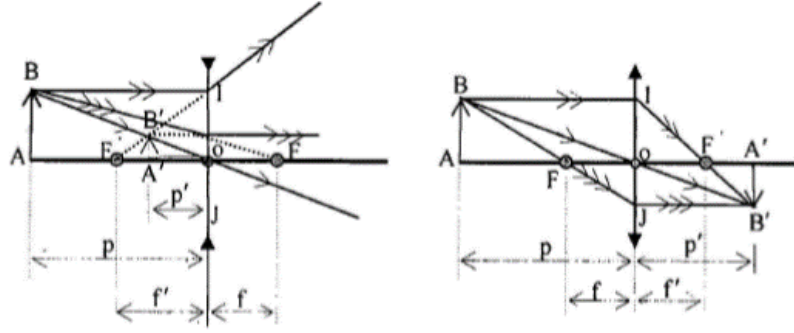
فإذا كان المقدار الواقع تحت إشارة الجذر التربيعي (جذر المميز: $\sqrt{\Delta} = \sqrt{D^2 - 4D.f}$) موجباً، كان للعدسة وضعيتان يكون للجسم عندهما خيال حقيقي. ولكي يكون المميز موجباً لا بد من أن تتحقق المتراجحة التالية:

$$D^2 - 4D.f \geq 0$$

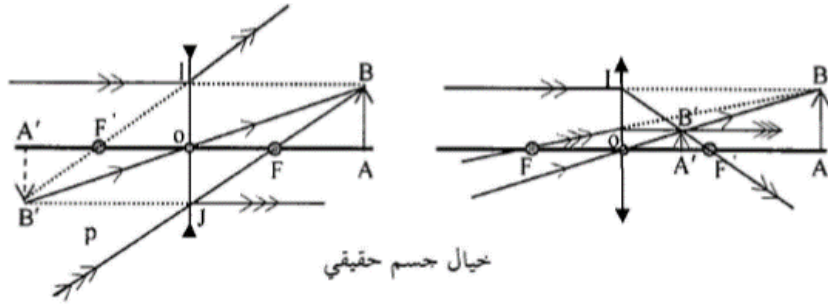
وبالتالي فإن $D \geq 4f$. وفي حالة المساواة، تنطبق إحدى وضعيتي العدسة على الأخرى.

2-7- الإنشاء الهندسي للخيال في العدسات

يمكن الاستفادة من خواص المحرقين والمركز البصري في إيجاد طريقة سهلة لإنشاء الخيال B' لنقطة B واقعة على المحور الأصلي. من أجل ذلك نعتبر شعاعين من الأشعة الثلاثة الآتية (الشكل 14): الشعاع BO المار بالمركز البصري والذي يبرز دون انحراف، والشعاع BJ الموازي للمحور البصري والذي يبرز ماراً بالمحرق الخيال، والشعاع BF المار بالمحرق الجسم F' الذي يبرز موازياً للمحور الأصلي. تلتقي هذه الأشعة البارزة أو محدداتها في النقطة المطلوبة B' . وإذا كانت B نقطة من جسم AB صغير وعمودي على المحور الأصلي، فإن خياله $A'B'$ عمودي عليه أيضاً.



خيال جسم وهمي



خيال جسم حقيقي

الشكل (14): إنشاء الخيال في العدسات.



جامعة
المنارة
MANARA UNIVERSITY

8- الأجهزة الضوئية Optical devices

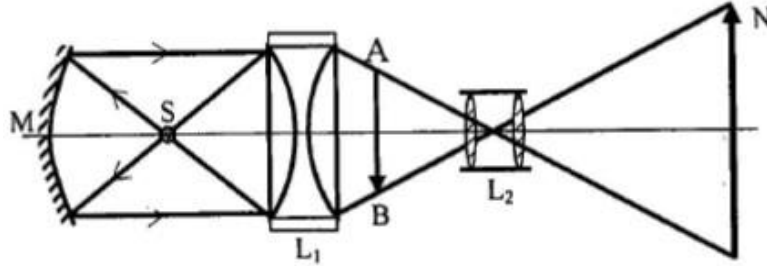
الأجهزة الضوئية هي جمل ضوئية تتألف من كواسر ومرايا (مستوية أو كروية) تستعمل لتصوير أو لفحص الأجسام الصغيرة أو الكواكب والنجوم البعيدة. وتصنف الأجهزة الضوئية في مجموعتين رئيسيتين هما الآلات البصرية وآلات الإسقاط.

الآلات البصرية: تقوم بمساعدة العين البشرية في فحص الأجسام فتعطي للجسم المدروس خيلاً وهمياً تشكل له العين خيلاً حقيقياً على شبكتها، مثل المجهر.

آلات الإسقاط: تقوم آلات الإسقاط بتشكيل خيلاً حقيقياً للجسم المدروس على لوحة أو فلم تصوير، مثل جهاز الإسقاط.

ملحة عن جهاز الإسقاط Projector

يستخدم جهاز الإسقاط لعرض الصور المكبرة للرسوم والأشكال على الشاشة. تسمى العدسة التي تكوّن صورة للجسم الواقع أمامها عدسة الجسم وتتكون عادةً من مجموعة عدسات محورية.



الشكل (15): مخطط يبين تركيب جهاز الإسقاط.

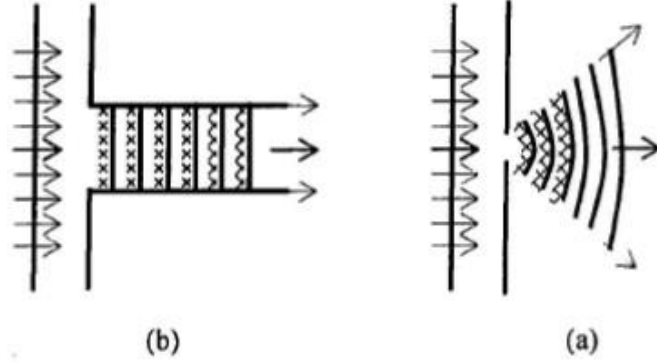
يوضح الشكل (15) مخططاً لجهاز الإسقاط، حيث يوضع المنبع الضوئي S في محرق مرآة كروية مقعرة M ويسقط الضوء القادم من المنبع S مباشرةً والمنعكس عن المرآة على جملة عدسات محورية L_1 بتجميع الأشعة الضوئية على عدسة الجسم L_2 التي توجهها إلى الشاشة حيث تتكون صورة الجسم AB. ويوضع الجسم عادة بين المحرق الجسم للعدسة الجسيمية والقطعة الواقعة على بعد $2f$ من العدسة الجسيمية. ويمكن إدراك وضوح الصورة على الشاشة بضبط البؤرة.

الضوء الفيزيائي

1- مبدأ هايجنس–Fresnel principle

هو طريقة هندسية هدفها إيجاد صدر الموجة في لحظة ما استناداً إلى شكلها في لحظة زمنية سابقة، وينص هذا المبدأ على أن كل نقطة من صدر الموجة يمكن اعتبارها منبعاً لموجات صغيرة ثانوية تنتشر في جميع الاتجاهات بسرعة تساوي سرعة انتشار الأمواج.

يوضح مبدأ هايجنس سبب حيود الأمواج عن مبدأ الانتشار المستقيم عند مرورها بطرف حاجز أو ثقب ضيق. ويسمى حيود الأمواج بالانعراج.



الشكل (1): الفرق بين اختراق موجة لمنبع لثقب ضيق وشق عريض.

عند ورود موجة مستوية على حاجز يحوي ثقب صغير، فإن عناصر صدر الموجة في الثقب تعمل وكأنها منبع ثانوي للاضطراب (منبع نقطي) ولهذا تظهر في الجهة الأخرى من الحاجز موجة كروية (الشكل 1، يمين). أما إذا كان الشق عريضاً فلا يمكن اعتبار كل نقطة من نقاط صدر الموجة المتموضع داخل الشق وكأنها منبع ثانوي للاضطراب وبعد زمن قدره t تقطع هذه الموجات مسافة قدرها (ct) والاضطراب الناتج يكون مغلفاً لجميع هذه الموجات (الشكل 1، يسار) ويكون مستوي الأشعة الضوئية عمودياً على صدر الأمواج بشكل دائم.

2- التداخل wave interference وشروط حدوثه

تمكننا دراسة تداخل الأمواج الضوئية من تحقيق عدد من التطبيقات الهامة مثل قياس الأطوال، حساب قرائن الانكسار، دراسة سطوح الأفلام الرقيقة، القياس الدقيق للأطوال الموجية وحساب عامل التمدد والتشوه في الأجسام الصلبة وغيرها. تفسر جميع ظواهر التداخل استناداً إلى النظرية الموجية للضوء.

من المعلوم أن المنابع الضوئية لا تصدر الضوء بشكل فيض مستمر, وإنما تصدره بشكل متقطع. فيقال عن المنبع الضوئي بأنه يصدر أمواجاً غير مترابطة. نسي الفاصل الزمني بين انبعاثين متتاليين للضوء من الجزيئة المهتزة بزمان الترابط (T). فإذا انتشر الضوء في الخلاء فإنه يقطع مسافة قدرها تسمى مسافة ($L = cT$) الترابط.

كي تحدث ظاهرة التداخل لا بد من توفر الشروط الآتية:

A- وجود ترابط زمني بين الموجتين المتداخلتين, ويتحقق ذلك إذا كانت:

1- الموجتان الضوئيتان تصدران من منبع واحد.

2- الموجة الضوئية وحيدة اللون.

3- الأمواج الضوئية تصدر من المنبعين في آن واحد.

B- وجود ترابط مكاني بين الموجتين المتداخلتين ويتحقق ذلك إذا كانت:

1- منابع الضوء نقطية.

2- وجود فرق طور ثابت بين الموجتين الصادرتين من المنبعين.

