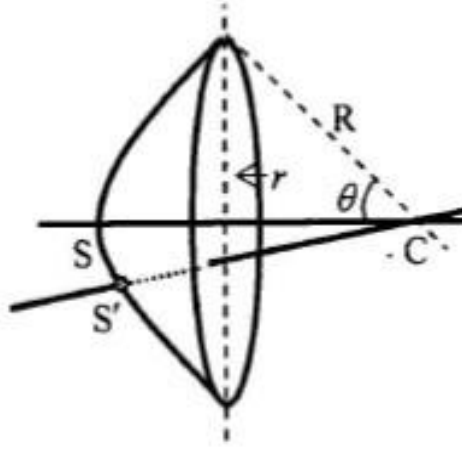


## 6- المرايا الكروية Curved mirrors

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  $\theta$  زاوية فتحة المرآة، والدائرة التي نصف قطرها  $r$  قاعدة المرآة الكروية.



الشكل (9): عناصر مرآة كروية.

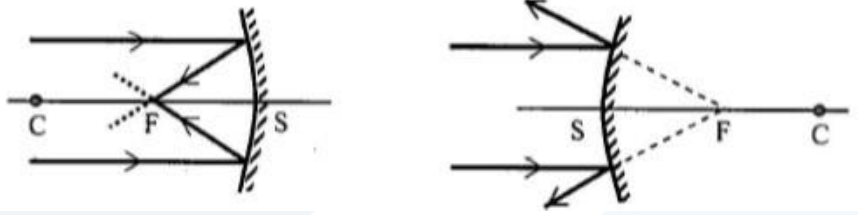
نشير هنا أنه قد يكون السطح العاكس للمرآة هو السطح المقابل للمركز، او السطح الآخر وفي هذه الحالة نقول عن المرآة أنها مقعرة أو محدبة (الشكل 10).



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:

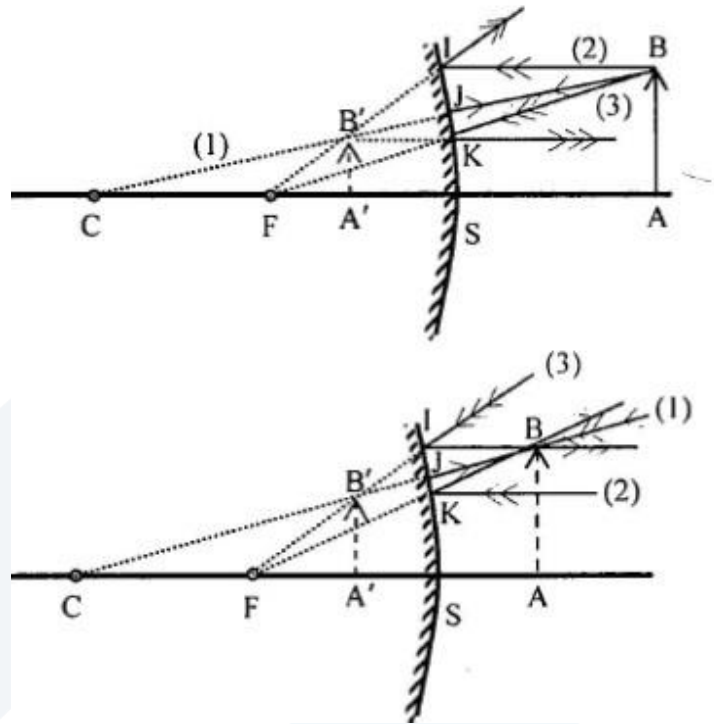
$$F = \frac{1}{2} \overline{SC} = \frac{1}{2} R \quad (14)$$

## 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:

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

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



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

قانون ديكارث (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

نسي كل وسط شفاف محدد بسطحين كرويين يمكن لأحدهما أن يكون مستويًا اسم العدسة. ونسي المستقيم الواصل

بين مركزي انحناء الوجهين المحور الأصلي. وتصنف جميع العدسات في نوعين رئيسيين.

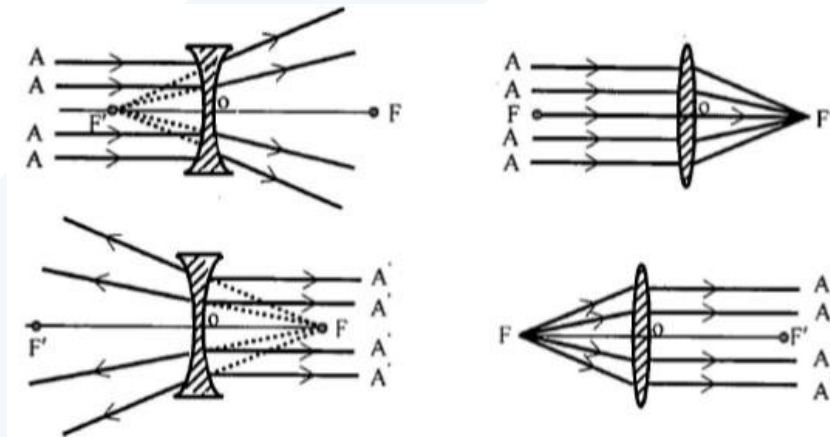
العدسات الرقيقة الحواف (المقربة): تتميز مثل هذه العدسات كونها أسمك في وسطها منها عند حوافها وهي إما محدبة الوجهين أو مستوية محدبة أو محدبة مقعرة (هلال مقرب).

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

ونسى الوسط الذي يرد منه الضوء على العدسة منطقة الجسم (الجسم الحقيقي يقع في هذه المنطقة). ونسى 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.

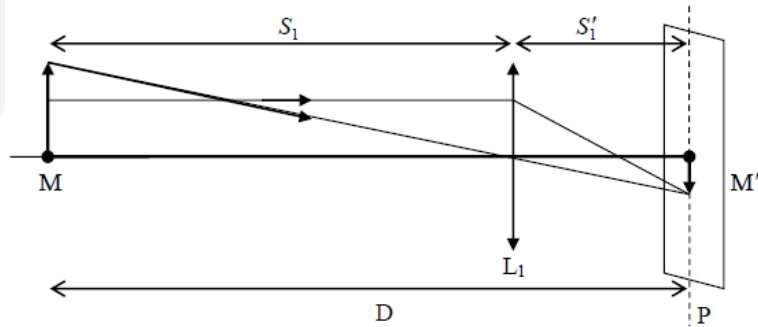
بالنسبة للمركز البصري فإن:

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

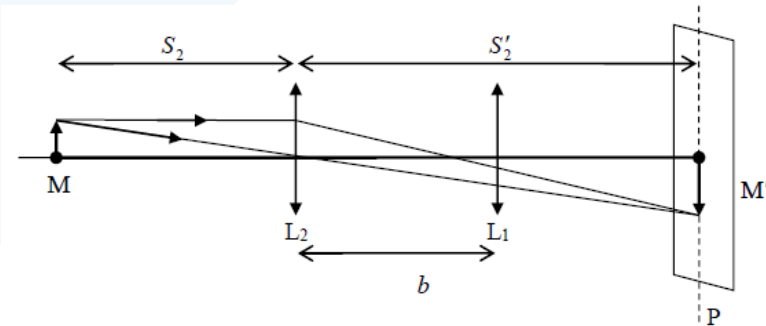
إذن: المحرقان في العدسة الرقيقة متناظران بالنسبة للمركز البصري. المحرقان في العدسات المقربة حقيقيان بينما هما وهميان في العدسات المبعدة.

### قانون العدسات law of lenses:

هو علاقة رياضية تربط بين بعد الجسم المضيء وبعد خياله عن العدسة، وبين البعد المحرق للعدسة. فإذا وضعت عدسة مقربة بين الجسم  $M$  والحاجز (الشاشة)  $P$ ، وكان البعد بينهما كافياً، يكون للجسم على الحاجز  $P$  من أجل موضع أو وضع 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

لنرمز للمسافة الفاصلة بين الجسم  $M$  والحاجز  $P$  بالرمز  $D$ ، والمسافة 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 مكبّر). عندما يتشكل للجسم  $M$  خيال  $M'$  في عدسة مقربة، ونعكس جهة الأشعة  
الواردة، نجد حسب مبدأ رجوع الضوء، أنه إذا وضعنا في  $M'$  جسماً 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 وهي. 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:

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

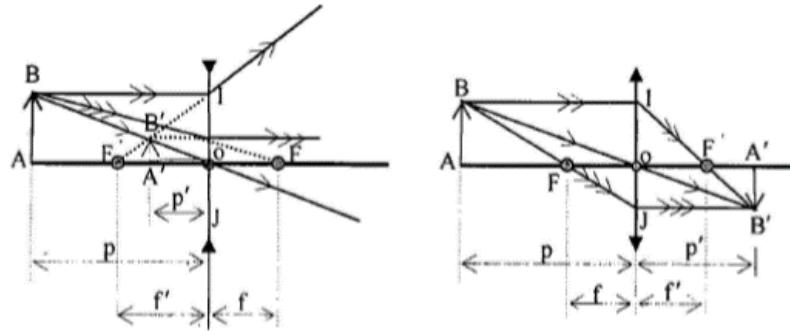
فإذا كان المقدار الواقع تحت إشارة الجذر التربيعي (جذر المميز:  $\sqrt{\Delta} = \sqrt{D^2 - 4D.f}$ ) موجِباً، كان للعدسة وضعيتان يكون للجسم عندهما خيال حقيقي. ولكي يكون المميز موجِباً لا بد من أن تتحقق المتراجحة التالية:

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

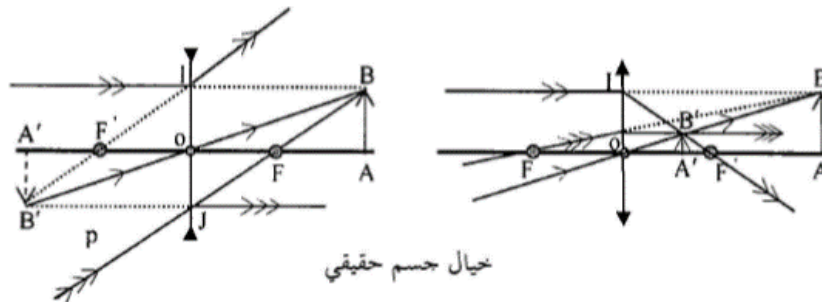
وبالتالي فإن  $D \geq 4f$  وفي حالة المساواة، تنطبق إحدى وضعيتي العدسة على الأخرى.

## 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.



## 8- الأجهزة الضوئية Optical devices

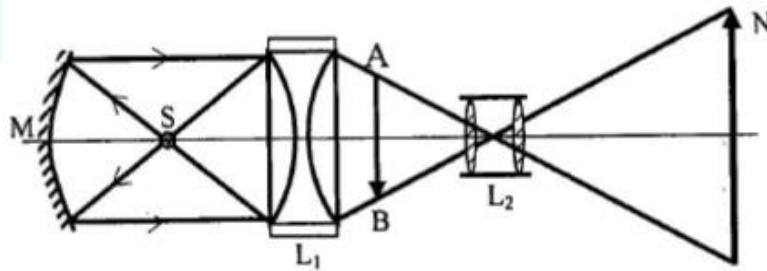
الأجهزة الضوئية هي جمل ضوئية تتألف من كواسر ومرايا (مستوية أو كروية) تستعمل لتصوير أو لفحص الأجسام الصغيرة أو الكواكب والنجوم البعيدة. وتصنف الأجهزة الضوئية في مجموعتين رئيسيتين هما الآلات البصرية وآلات الإسقاط.

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.

### لمحة 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 والنقطة الواقعة على بعد  $2f$  من العدسة الجسيمية. ويمكن إدراك وضوح الصورة على الشاشة بضبط البؤرة.