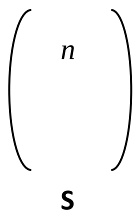
II-1 مقدمة

الجمل الضوئية هي عبارة عن مجموعة من الأوساط الشفافة في الحالة العامة تكون متجانسة، ومحدودة بسطوح عاكسة أو كاسرة للأشعة الضوئية ونرمز لها بالرمز S. تنقسم الجمل الضوئية إلى ثلاثة أنواع هي:

- العاكسة Mirors
- الكاسرة Diopers
- جمل ضوئية عاكسة وكاسرة في آن واحد Catadioptric.

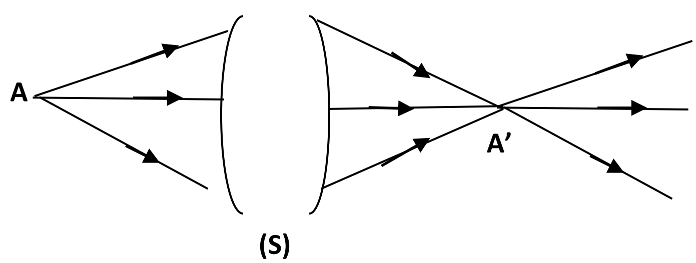


II-2 الجسم والصورة

II-2-1 تعريف

بفرض أن لدينا الجملة الضوئية S ومنبع ضوئي عند النقطة A يبث أشعة ضوئية في كل الإتجاهات. بعد قطعها للجملة الضوئية ستتقارب عند النقطة A'.

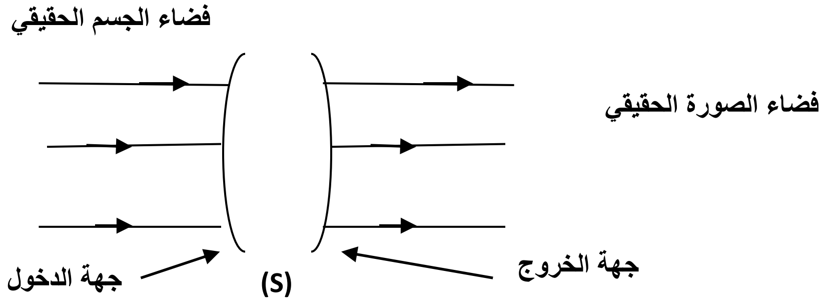
نقول عندها أن: A' هي صورة الجسم A بواسطة الجملة الضوئية S.



II-2-2 الطابع التخيلي والحقيقي للجسم والصورة

عند وجود جملة ضوئية يمكن تعريف ما يلي:

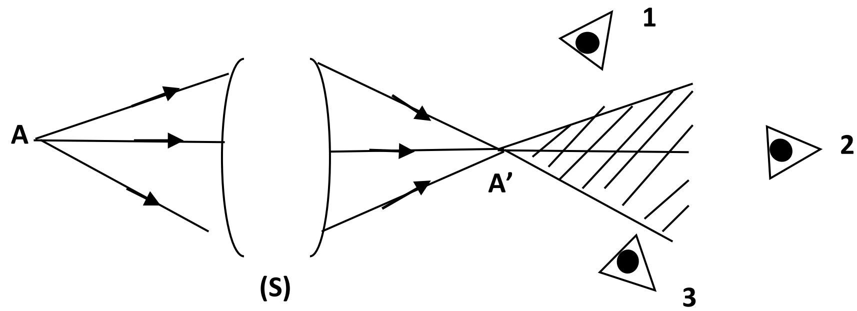
- جهة الدخول: هي اول منطقة تعبرها الأشعة الضوئية
- جهة الخروج: هي آخر منطقة تعبرها الأشعة الضوئية
- فضاء الجسم الحقيقي : يقع قبل جهة الدخول
- فضاء الصورة الحقيقي: يقع بعد جهة الخروج



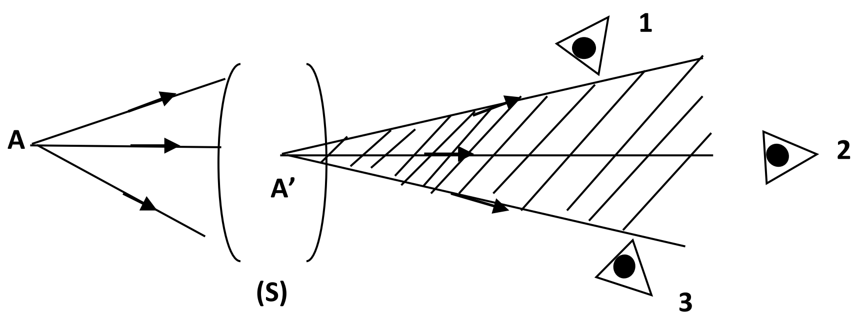
- نقول عن الجسم أنه حقيقي إذا كان واقعا في فضاء الجسم الحقيقي وإن كان غير ذلك فهو وهمي.
- نقول عن الصورة أنها حقيقية إذا كانت تنتمي إلى فضاء الصورة الحقيقية وإن كان غير ذلك فهي خيالية أو تخيلية.

ملاحظة:

- المشاهد 2 هو الذي يرى الصورةالحقيقية ’A ، وعليه ولكي تتم ملاحظة الصورة ’A لا بد أن تنتمي عين المشاهد إلى مخروط ضوئي رأسه الصورة ’A.



- كما سبق المشاهد 2 هو الذي سوف يرى الصورة الخيالية ’A لنفس السبب السابق ذكره.



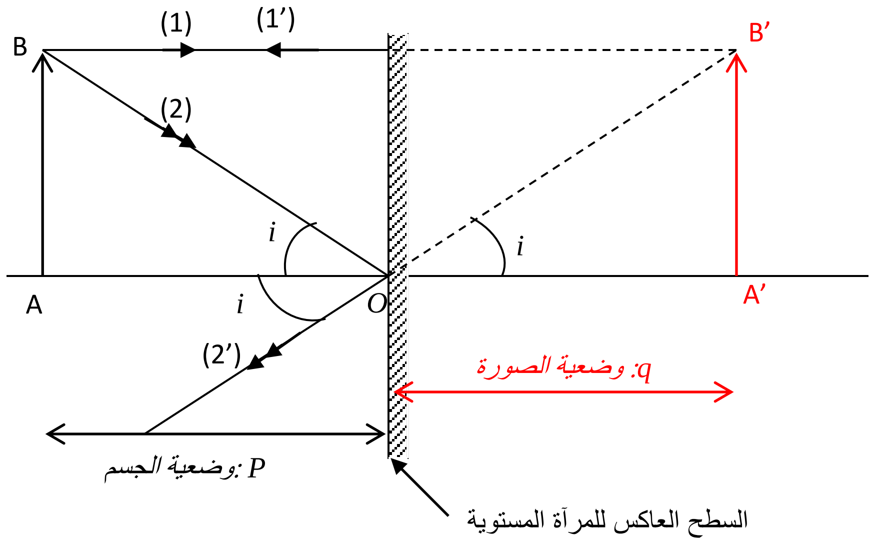
النتيجة: لا يفرق المشاهد بين الطبيعة الحقيقية والتخيلية للصور.

3-II دراسة الجمل الضوئية

1-3-II الجمل الضوئية العاكسة (Mirors)

1-1-3-II المرآة المستوية

هي كل سطح مستو عاكس للأشعة الضوئية وتكون طريقة تكوين الصورة بالمرآة المستوية باستعمال الشكل أدناه كما يلي:



من قمة الجسم AB (النقطة B) نسقط أشعة ضوئية على المرآة المستوية

- الشعاع الوارد (1) له زاوية ورود $i=0$ وعليه فإن الشعاع الصورة المنعكس (1') سينعكس بنفس الزاوية أي: $i'=0$ (زاوية الورود = زاوية الانعكاس).
- الشعاع الضوئي الوارد (2) بزاوية ورود i سينعكس معطيا الشعاع الضوئي (2') بنفس الزاوية i. نبحث حينها عن نقطة تقاطع إمتداد الشعاعين المنعكسين (1') و (2') وهي التي ستكون بالضبط النقطة B' صورة B بالنسبة للمرآة المستوية وستكون A' صورة A هي الاسقط العودي للنقطة B' على محور المرآة. وبذلك ستتكون الصورة A'B' والتي ستتمتع بالمميزات التالية:
    - بعدها عن المرآة = بعد الجسم عن المرآة أي:

$$|P| = |q| \quad \text{.................(1)}$$

(إصطلاح: المقادير التي تقع قبل الجملة الضوئية تأخذ سالبة أما التي تكون بعدها فتأخذ موجبة)

- لها نفس حجم الجسم أي أن الخطي (γ) هنا سيساوي الواحد ($\gamma=1$) بالإظافة أنها ستكون معتدلة أي $\gamma>0$. حيث $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$ وهو النسبة بين طول الصورة وطول الجسم.

فمن المثلثان : OAB و OA'B' المتقايسان

$$\frac{\overline{OB'}}{\overline{OB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{|q|}{|P|} = 1$$

ملاحظة: تكبير المرايا يعطى بـ:

$$\gamma = -\frac{q}{P}$$

$\gamma > 0$: فإن الصورة معتدلة.

$\gamma < 0$: فإن الصورة مقلوبة.

$|\gamma| = 1$ *: صورة لها نفس حجم الجسم.*

$\gamma > 1$: فإن الصورة مكبرة.

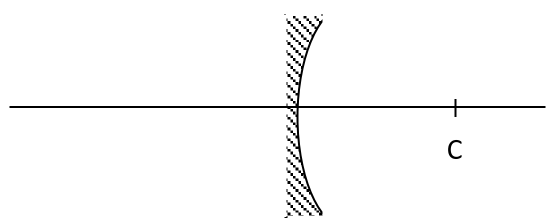
$\gamma < 1$: فإن الصورة مصغرة.

- صورة وهمية (لا يهم كونها وهمية لأن عين المشاهد لا تفرق بين الطبيعة الحقيقية والتخيلية للصور).

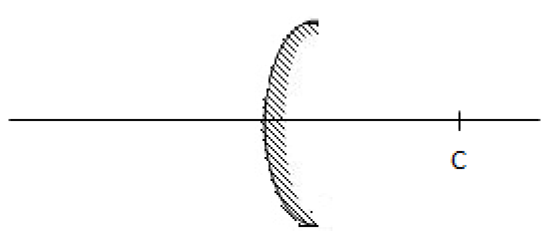
II-3-1-2 المرآة الكروية

تعرف على أنها كل سطح كروي الشكل عاكس للأشعة الضوئية. وهي نوعان أساسيان هما:

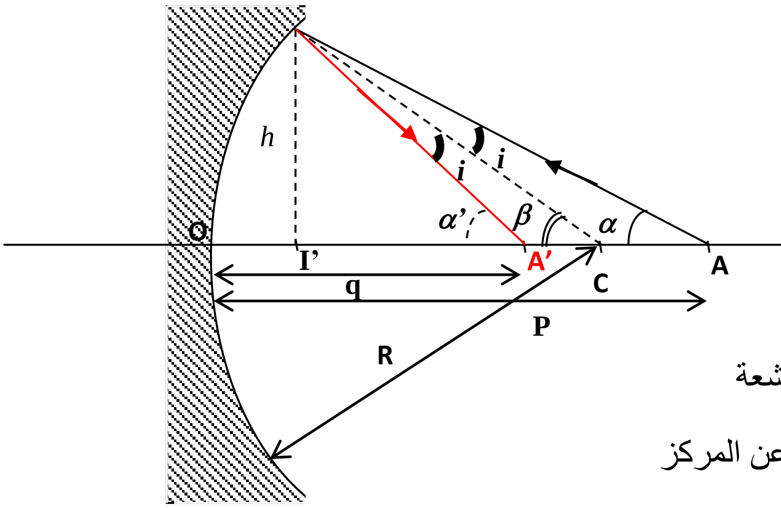
- مرآة كروية مقعرة Concave
  وهي مرآة يكون فيها مركز الإنحناء C والسطح العاكس في نفس الجهة.



- مرآة كروية محدبة Convexe
  وهي مرآة يكون فيها مركز الإنحناء C والسطح العاكس في جهتين مختلفتين.



- قانون المرآة الكروية (قانون الترافق)



C: مركز إنحناء المرآة

R: نصف قطر إنحناء المرآة

ليكن لدينا جسم نقطي A يبعد بمسافة P عن المرآة ونبحث عن صورته A'. من الجسم A نسقط أشعة ضوئية ونقطة تقاطع الأشعة الضوئية تعطينا الصورة A' التي تبعد بمسافة q عن المركز البصري للمرآة O.

ملاحظة: أي شعاع يمر من C فهو ناظمي على سطح المرآة.

نلاحظ أن الزاوية β هي زاوية خارجية بالنسبة للمثلث CIA ومنه: ....(2) $\beta=\alpha+i$

أيضا الزاوية α' هي زاوية خارجية بالنسبة للمثلث A'IC ومنه: $\alpha'=\beta+i$ وعليه:

$\beta = \alpha' - i$...(3)

بجمع المعادلتين (2) و (3) نجد: $2\beta = \alpha + \alpha'$.........................(4)

من جهة ثانية لدينا:

$$tg\alpha = \frac{h}{I'A}\ ; tg\beta = \frac{h}{I'C}\ ; tg\alpha' = \frac{h}{I'A'}$$

معتبر أن الزوايا صغيرة وهذا يعني يمكن استعمال التقريب:

$tg\alpha=\alpha\ ;\ tg\alpha'=\alpha'\ ;\ tg\beta=\beta$

وعليه:

$$\alpha = \frac{h}{I'A}\ ; \beta = \frac{h}{I'C}\ ; \alpha' = \frac{h}{I'A'}$$

بالتعويض في المعادلة (4) نجد:

$$\frac{2h}{I'A} = \frac{h}{I'C} + \frac{h}{I'A'}$$

$$\frac{2}{I'A} = \frac{1}{I'C} + \frac{1}{I'A'} \quad \longrightarrow (5) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

- كون الزوايا صغيرة فإنه بالامكان إهمال البعد $\overline{OI'}$ أمام كل من $\overline{I'A'}$ و $\overline{I'C}$ و $\overline{IA}$ وعليه:
-

$\overline{OA} = \overline{OI'} + \overline{I'A} \approx \overline{I'A}$

$\overline{OA'} = \overline{OI'} + \overline{I'A'} \approx \overline{I'A'}$

$\overline{OA} = \overline{OI'} + \overline{I'C} \approx \overline{I'C}$

بالتعويض في المعادلة (5) نجد:

$$\frac{2}{\overline{\overline{OC}}} = \frac{1}{\overline{\overline{OA}}} + \frac{1}{\overline{\overline{OA'}}}$$

أي:

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R} \quad (6) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

وهو قانون المرآة الكروية حيث:

R: نصف قطر إنحناء المرآة.

P: وضعية الجسم

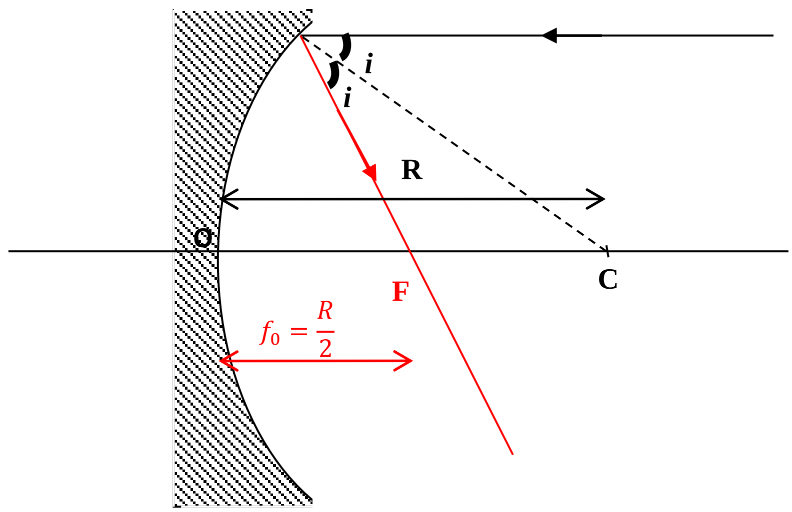
q: وضعية الصورة

الحالات الخاصة:

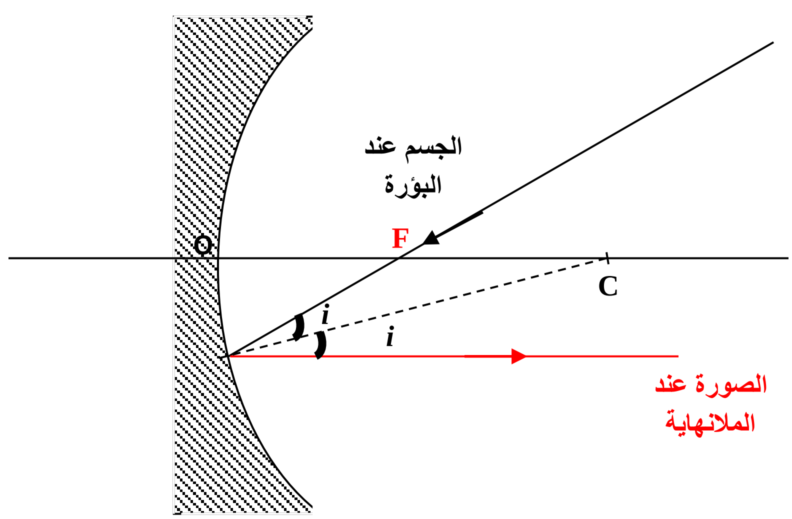
- عندما يكون الجسم في الملانهاية: $P \to \infty$
  هذا يعني أن $\frac{1}{P} \to 0$ ومنه: $q = \frac{R}{2}$
- إذا كان الجسم عند الملانهاية فصورته ستكون عند البؤرة F وعلى بعد بؤري (محرقي) f_0 وهو بالضبط: $f_0 = \frac{R}{2}$

F: البؤرة (المحرق)

f_0: البعد البؤري (المحرقي)



- الصورة عند الملانهاية : $q \to \infty$
  هذا يعني أن $\frac{1}{q} \to 0$ ومنه: $P = \frac{R}{2}$
- إذا كان الجسم عند البؤرة F فصورته ستكون عند الملانهاية.

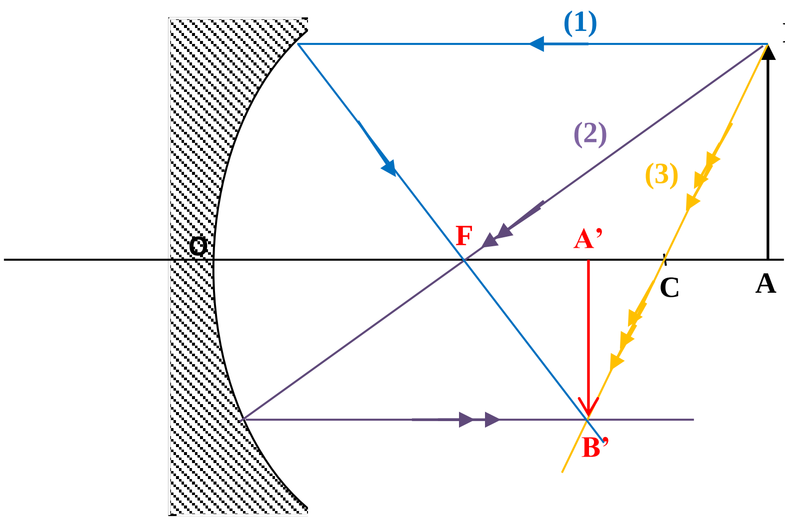


3-1-3-II الطريقة الهندسية لرسم الصورة

- حالة المرآة المقعرة

لرسم الصورة نحتاج عموما إلى شعاعين .

- الشعاع (1) الموازي ينعكس ويمر من البؤرة F.
- الشعاع (2) يمر بالبؤرة وسنعكس بشكل موازي.

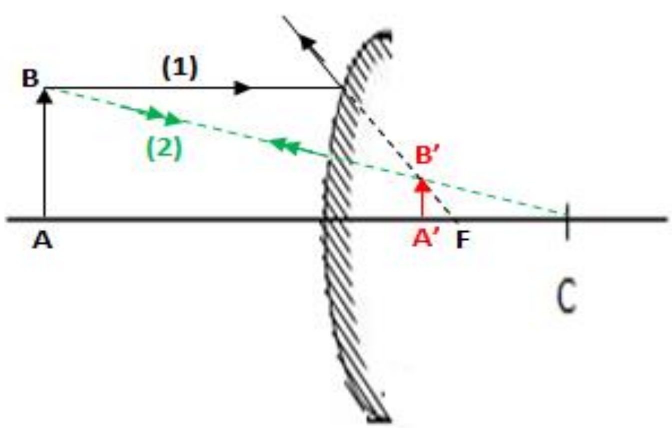


تتكون النقطة ’B من تقاطع الشعاعين المنعكسين فنتتج صورة ’A’B حقيقية ، مقلوبة ومصغرة كما يبينه الشكل أعلاه.

ملاحظة: يستعمل الشعاع (3) للتأكد من أن النقطة ’B هي نقطة التقاطع الوحيدة. ولذلك فإن الأشعة المنعكسة ستتقاطع في نقطة وحيدة ’B .

- حالة المرآة المحدبة

’A’B صورة و همية معتدلة ومصغرة للجسم AB.

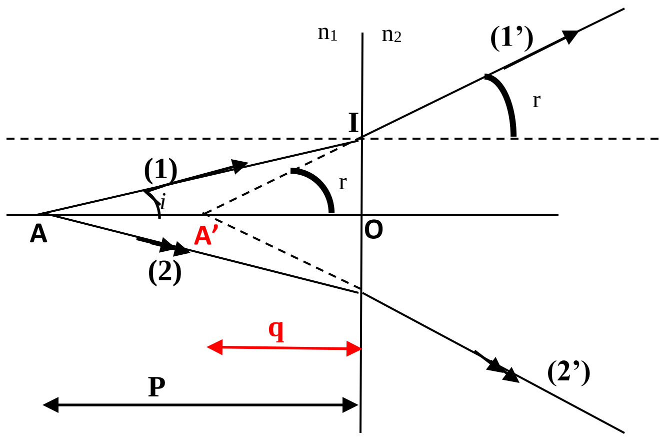


2-3-II الجمل الضوئية الكاسرة (Diopers)

1-2-3-II الكاسر المستوي

- تعريف

هو كل سطح مستو يفصل بين وسطين لهما قرينة انكسار مختلفة ($n_1 \neq n_2$) .



A' هي صورة وهمية للجسم A بواسطة الكاسر المستوي .

- علاقة الترافق:

في المثلث OAI

$$tg\, i = \frac{OI}{OA} \rightarrow OI = OA\, tgi$$

$$OI = P\, tgi \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(1)$$

في المثلث OA'I

$$tg\, r = \frac{OI}{OA'} \rightarrow OI = OA'\, tgr$$

$$OI = q\, tgr \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(2)$$

بالمساواة بين (1) و (2) نجد:

$$P\, tgi = qtgr \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots..(3)$$

كون الزوايا صغيرة فإن: $tgi=sini$ و $tgr=sinr$

ومنه: $(3) \rightarrow q\ sinr = P\ sini \Rightarrow \frac{q}{P} = \frac{sini}{sinr} \dots\dots (3')$

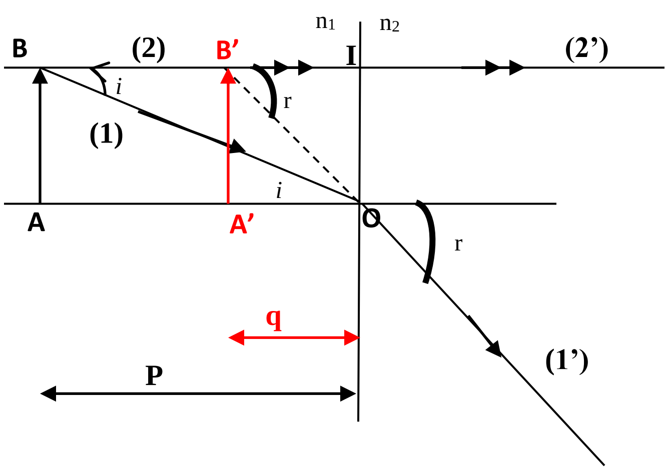
وانطلاقا من قانون الانكسار : $n_1\ sini = n_2\ sinr$

فإن: $\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}$ وبالتعويض في المعادلة (3') نجد:

$$\frac{q}{P} = \frac{n_2}{n_1} \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots(4)$$

وهي ما تعرف بعلاقة الترافق للكاسر المستوي.

- **التكبير ومميزات الصورة**



$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = ?$$

$$tgi = \frac{AB}{P}$$

$$\rightarrow \overline{AB} = P\ tgi$$

و

$$tgr = \frac{A'B'}{q}$$

$$\rightarrow \overline{A'B'} = q\ tgr$$

$$\rightarrow \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{q\ tgr}{P\ tgi}$$

باعتبار الزوايا صغيرة فإن:

$$\gamma = \frac{q\ sinr}{P\ sini} = \frac{q}{P}.\frac{n_1}{n_2}$$

ومن المعادلة (4) نجد:

$$\gamma = \frac{n_2}{n_1}.\frac{n_1}{n_2} \rightarrow \gamma = 1$$

ومنه فإن الصورة A'B' هي صورة وهمية ، معتدلة ولها نفس حجم الجسم AB.

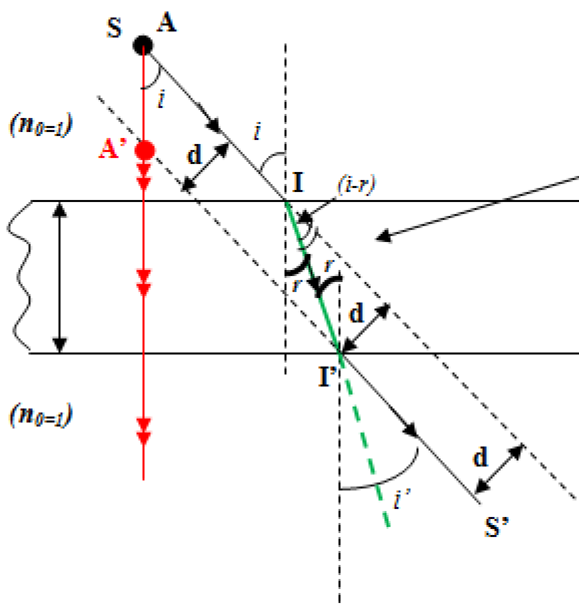
II-3-2-2 الصفيحة متوازية الوجهين

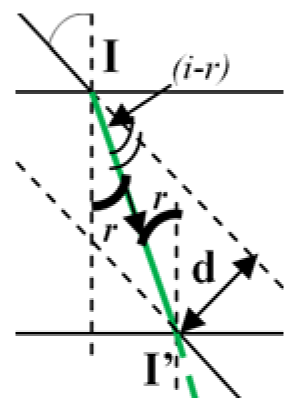
هي جملة كاسرين مستويين متوازيين يحصران بينهما وسطا شفافا ذو قرينة انكسار n وسمكها e.

إذا سقط شعاع ضوئي (SI) على أحد سطحي الصفيحة فإنه سوف يبرز من الوجه الثاني للصفيحة، وحينها سيكون لهذا الشعاع (I'S') الخصائص التالية:

- الشعاعان SI و I'S' متوازيان.
- يحدث للشعاع الضوئي SI إزاحة جانبية d تعطى بالعلاقة: $d = e.\frac{\sin(i-r)}{\cos r}$
- المسافة بين الجسم A وصورته A' تعطى بالعلاقة :

$$\overline{AA'} = \mathrm{e}(1-\frac{1}{\mathrm{n}})$$





البرهان:

- التوازي: لدينا

$$n_0 \sin i = n \sin r \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$n \sin r = n_0 \sin i' \ldots\ldots\ldots (2)$$

$$\rightarrow \; n_0 \sin i = n_0 \sin i' \; \rightarrow \sin i = \sin i' \rightarrow \; i = i' \; \rightarrow \; SI \,//\, I'S'$$

- المسافة d:

$$\sin(i-r)=\frac{d}{II'} \quad \rightarrow \quad d=II'\sin(i-r)$$

$$\cos r=\frac{e}{II'} \rightarrow II'= \frac{e}{\cos r}$$

$$\rightarrow d= \frac{e\sin(i-r)}{\cos r}$$

- المسافة $\overline{AA'}$

$$\sin i= \frac{d}{\overline{AA'}} \rightarrow \overline{AA'}=\frac{d}{\sin i}$$

ولكن

$$d= \frac{e\sin(i-r)}{\cos r}$$

$$\rightarrow \overline{AA'}=\frac{e\sin(i-r)}{sin\ i\ .\cos r}=\frac{e[\sin i\cos r-\cos i\sin r]}{\sin \mathrm{i}\ .\cos r}$$

$$\rightarrow \overline{AA'}=e.[1-\frac{tgr}{tgi}]$$

باعتبار الزوايا صغيرة: tgi = sin i و tgr=sin r

ومنه: $\overline{AA'}\cong e.\left[1-\frac{\sin r}{\sin i}\right]$

ومن قانون الانكسار:

$$n_0\sin i=n\sin r \rightarrow \frac{\sin r}{\sin i}=\frac{n_0}{n}=\frac{1}{n}$$

ومنه:

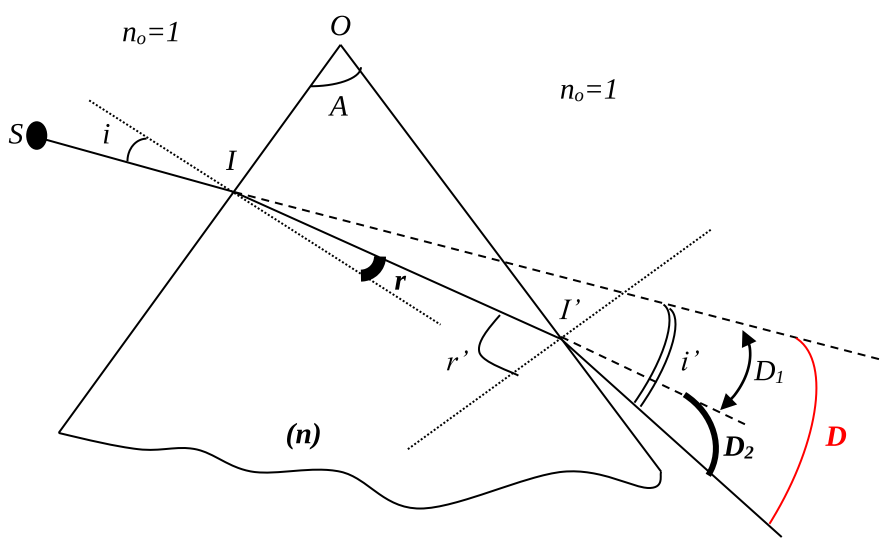
$$\overline{AA'}=\mathrm{e}(1-\frac{1}{\mathrm{n}})$$

II-3-2-3 الموشور

- تعريف

هو عبارة عن وسط شفاف ذو قرينة انكسار n محدد بسطحين كاسرين مستويين يحصران بينهما زاوية A تسمى بزاوية رأس الموشور.

- علاقات الموشور:



- زاوية الرأس A:

$$n_0 \sin i = n \sin r \dots\dots\dots (1)$$

$$n \sin r = n_0 \sin i' \dots\dots\dots (2)$$

في المثلث OII' لدينا:

$$A + \left(\frac{\pi}{2} - r\right) + \left(\frac{\pi}{2} - r'\right) = \pi$$

$$\rightarrow \boldsymbol{A = r + r'} \dots\dots\dots\dots\dots (3)$$

- الانحراف D:

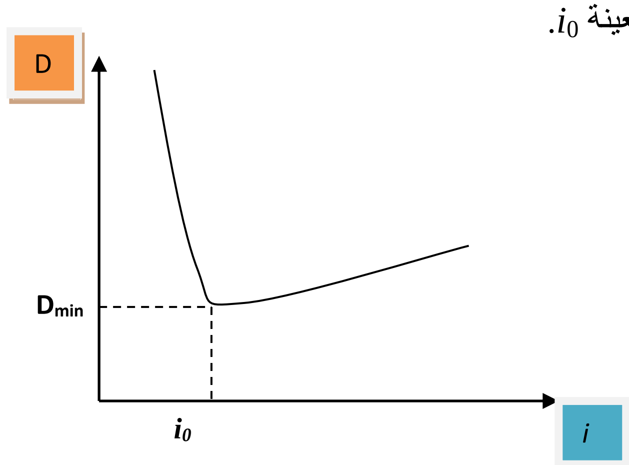
$$D = D_1 + D_2$$

$$\rightarrow D = (i - r) + (i' - r') = i + i' - (r + r')$$

$$\rightarrow \boldsymbol{D = i + i' - A}\text{..........(4)}$$

- الانحراف الأصغري

بينت التجربة أنه عند دراسة زاوية الانحراف D كدالة لزاوية الورود i فإن D تأخذ قيمة دنيا (صغرى) من أجل زاوية ورود معينة i_0.



لدينا: $D = i + i' - A$

عند الانحراف الأصغري تكون: $\frac{dD}{di} = 0$

$$\frac{dD}{di} = \frac{\mathrm{di}}{\mathrm{di}} + \frac{\mathrm{di}'}{\mathrm{di}} + \left(\frac{\mathrm{dA}}{\mathrm{di}} = 0\right) (\mathrm{A} = \mathrm{Cte})$$

$$\rightarrow \frac{dD}{di} = 1 + \frac{\mathrm{di}'}{\mathrm{di}} \dots\dots\dots\dots (1*)$$

نبحث الأن على $\frac{\mathrm{di}'}{\mathrm{di}}$ ؟

$$\sin i = n \sin r$$

$$\sin i' = n_0 \sin r' \text{........................(2*)}$$

$$\rightarrow \cos i \, di = n \cos r \, dr \quad \text{و} \quad \cos i' \, di' = n \cos r' \, dr' \text{..................(3*)}$$

بقسمة (3*) على (2*) نجد:

$$\frac{\cos i' di'}{\cos i\ di} = \frac{\cos r' dr'}{\cos r\ dr} \rightarrow \frac{di'}{di} = \frac{\cos i \cos r'}{\cos r \cos i'} \cdot \frac{dr'}{dr}$$

من جهة أخرى: $dr+dr' = dA = 0$ $\rightarrow$ $A = r+r'$

$$\rightarrow dr = -dr' \rightarrow \frac{dr'}{dr} = -1$$

ومنه:

$$-\frac{\cos i \cos r' di'}{\cos r \cos i' di} =$$

إذن:

$$-\frac{\cos i \cos r' dD}{\cos r \cos i' di} = 1$$

في حالة: $\frac{dD}{di}=0$ فإن: $\cos i \cos r' = \cos r \cos i'$

$$\rightarrow \sqrt{1-\sin^2 r'}.\sqrt{1-\sin^2 i} = \sqrt{1-\sin^2 r}.\sqrt{1-\sin^2 i'}$$

بعد التربيع والتبسيط : مع استعمال قانوني الانكسار السابقين نصل إلى:

$$(n^2-1)\sin^2 r = (n^2-1)\sin^2 r'$$

عند الانحراف الأصغري يكون:

$$\rightarrow \sin^2 r = \sin^2 r \rightarrow r = r' = \frac{A}{2}$$

و $i=i'=i_0$

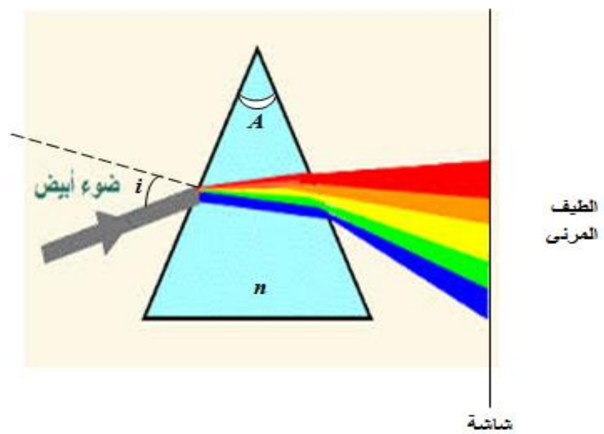
ومنه: $D=i_0 + i_0 - A$ $\rightarrow i_0 = \frac{D_{min}+A}{2}$

لدينا: $n = \frac{\sin i}{\sin r}$ ومنه:

$$\rightarrow n = \frac{\sin(\frac{D_{min}+A}{2})}{\sin(\frac{A}{2})}$$

- تشتيت الضوء الأبيض بالموشور

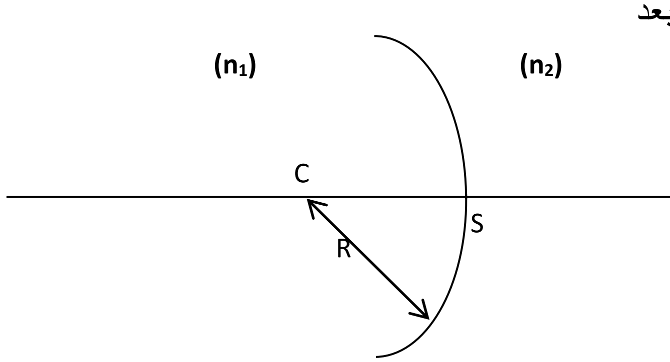
عند سقوط حزمة ضوئية متعددة أطوال الموجة (الضوء الأبيض) على موشور قرينة انكساره n فإننا سوف تلاحظ على الشاشة الموجودة خلف الموشور ظهور ألوان الطيف المرئي (الشكل أدناه). هذا يعني أن زاوية الانحراف D ستختلف من لون إلى آخر أي: $\boldsymbol{D = i + i' - A}$ لأن كل من i و A ثابتتين و i' هي التي تتغير من لون لآخر بسبب أن قرينة الانكسار تتعلق بالطول الموجي بعلاقة كوشي وهي: $\boldsymbol{n(\lambda) = A + \frac{B}{\lambda^2}}$ بحيث Aو B ثابتان. وبما أن λ تتغير فإن n تتغير وعليه ستتغير r ومن ثم r' والذي سينتهي بتغير الزاوية i'.



4-2-3-II الكـــاسر الكروي

- تعريف

هو كل سطح كروي الشكل يفصل بين وسطين مختلفي قرينة الانكسار ($n_1 \neq n_2$) (الشكل أدناه).
ونميز نوعين من الكواسر الكروية:
  - كاسر كروي مقرب
  - كاسر كروي مبعد

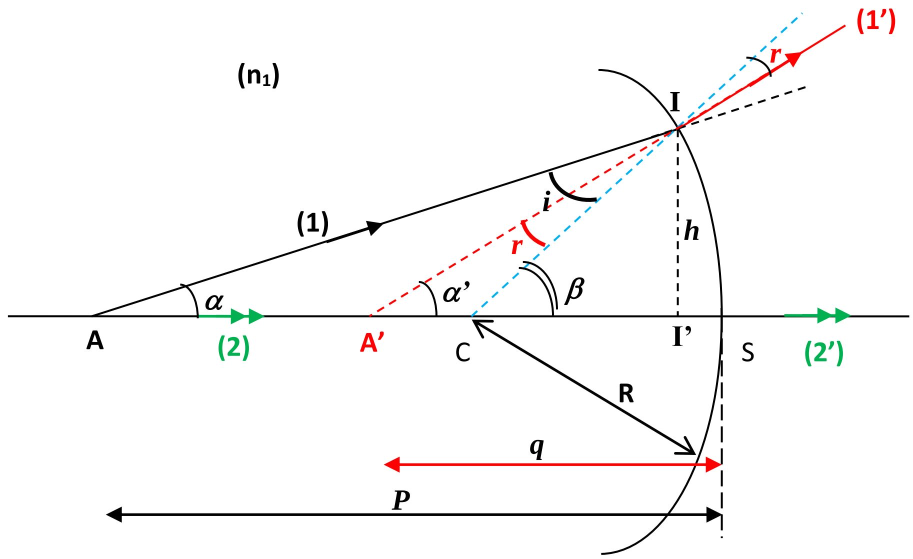


حيث:

<u>S</u>: قمة الكاسر ، <u>C</u>: مركز الإنحناء و <u>R</u>: نصف قطر الإنحناء.

- علاقة الترافق

ليكن لدينا جسم نقطي ضوئي A يتواجد على بعد P من قمة الكاسر، و A’ صورته تتواجد على بعد q من S.



كما نلاحظ من الشكل أعلاه فإن β هي زاوية خارجية بالنسبة للمثلث ACI وعليه فإن: $\beta = i + \alpha$

$\rightarrow i = \beta - \alpha$ ……………………..(1).

أيضا تعتبر β زاوية خارجية بالنسبة للمثلث A’CI ومنه: $\beta = \alpha' + r$

$\rightarrow r = \beta - \alpha'$ ……………………..(2).

$$tg\alpha = \frac{II'}{AI'}\ ; tg\alpha' = \frac{II'}{A'I'}\ ; tg\beta = \frac{II'}{CI'}$$

باعتبار الزوايا صغيرة فإن: $tg\alpha \cong \alpha$; $tg\alpha' \cong \alpha'$; $\sin i \cong i$; $\sin r \cong r$

بإهمال البعد I’S أمام بقية المقادير A’I’، AI’ و CI’.

من قانون الانكسار:

$n_1 \sin i = n_2 \sin r$………………..(3)

$\rightarrow\ n_1\, i = n_2 r\ \rightarrow n_1(\beta - \alpha) = n_2(\beta - \alpha')$

$\rightarrow\ n_1\, \alpha - n_2 \alpha' = (n_1 - n_2)\beta$

$$\rightarrow\ n_1\frac{II'}{AI'}-n_2\frac{II'}{A'I'}=(n_1-n_2)\frac{II'}{CI'}$$

$$\rightarrow\quad \frac{\boldsymbol{n_1}}{\boldsymbol{P}}-\frac{\boldsymbol{n_2}}{\boldsymbol{q}}=\frac{(\boldsymbol{n_1}-\boldsymbol{n_2})}{\boldsymbol{R}}\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots.(\boldsymbol{4})$$

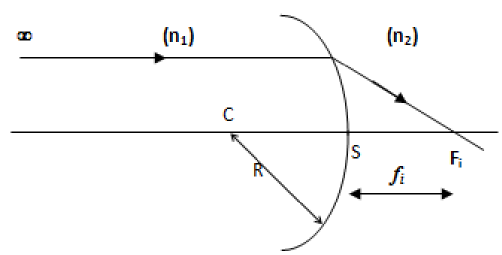
وهي علاقة الترافق الخاصة بالكاسر الكروي.

بحيث: P: وضعية الجسم ، q: وضعية الصورة ، R: نصف قطر انحناء الكاسر.

<u>الحالات الخاصة:</u>

1- عندما يكون الجسم في اللانهاية: $P\rightarrow\infty$

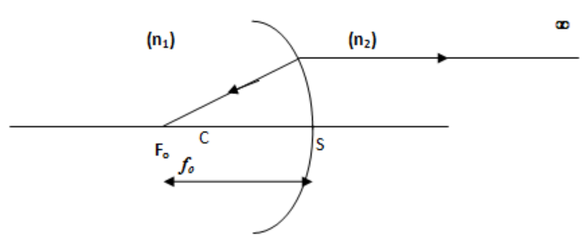
$$\frac{\boldsymbol{n_1}}{\infty}-\frac{\boldsymbol{n_2}}{\boldsymbol{q}}=\frac{(\boldsymbol{n_1}-\boldsymbol{n_2})}{\boldsymbol{R}}\rightarrow \boldsymbol{q}=\boldsymbol{f_i}=\frac{-\boldsymbol{n_2}}{(\boldsymbol{n_1}-\boldsymbol{n_2})}.\boldsymbol{R}$$



نتيجة1: إذا كان الجسم عند اللانهاية فصورته ستكون عند البؤرة صورة (f_i).

2- عندما تكون الصورة عند اللانهاية: $q\rightarrow\infty$

$$\frac{\boldsymbol{n_1}}{\boldsymbol{P}}-\frac{\boldsymbol{n_2}}{\infty}=\frac{(\boldsymbol{n_1}-\boldsymbol{n_2})}{\boldsymbol{R}}\rightarrow \boldsymbol{P}=\boldsymbol{f_o}=\frac{\boldsymbol{n_1}}{(\boldsymbol{n_1}-\boldsymbol{n_2})}.\boldsymbol{R}$$



نتيجة2: إذا كانت الصورة عند اللانهاية فإن الجسم سيكون عند البؤرة جسم (f_o).

ملاحظات:

○

$$f_o = \frac{n_1}{(n_1 - n_2)}.R$$

$$f_i = \frac{-n_2}{(n_1 - n_2)}.R$$

$$\rightarrow \frac{f_i}{f_o} = -\frac{n_2}{n_1} < 0$$

f_i و f_o لهما إشارتين مختلفتين.

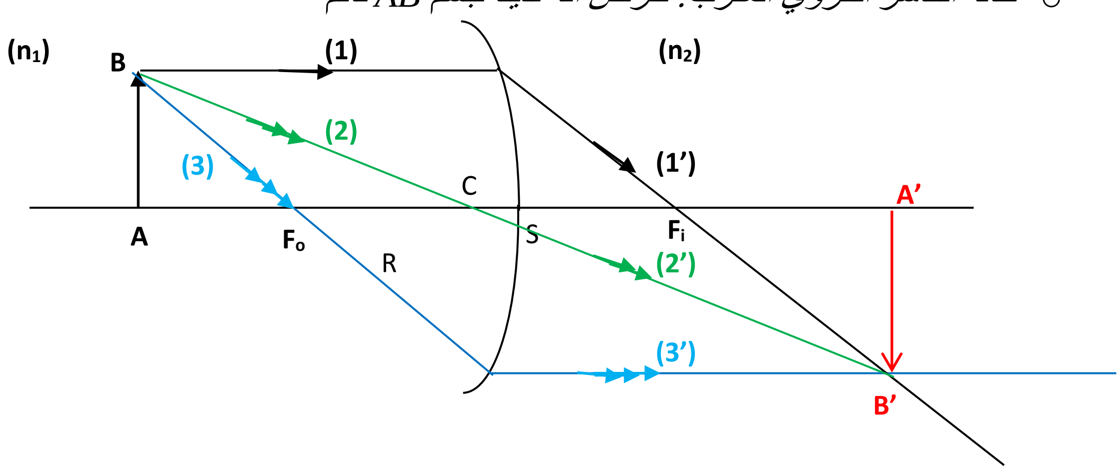
○ $f_i + f_o = R$

- *التقريب*

- *نقول عن كاسر أنه مقرب إذا كانت البؤرتين F_o و F_i حقيقيتين.*
- *نقول عن كاسر أنه مبعد إذا كانت البؤرتين F_o و F_i وهميتين.*
- *إذا كان مركز الانحناء C ينتمي للوسط ذو أكبر قرينة انكسار فهو مقرب وفي الحالة العكسية يكون مبعدا.*

- *الطريقة الهندسية لتكوين الصورة*

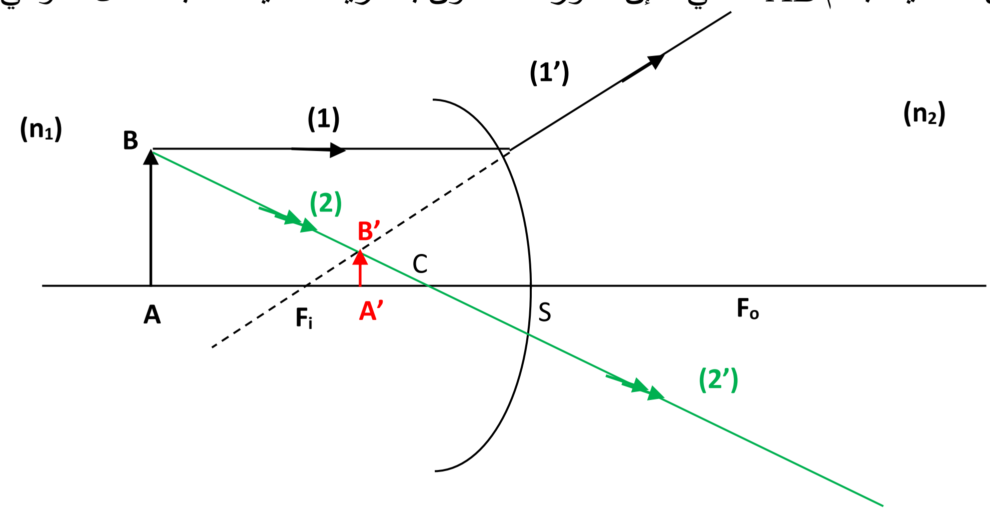
○ *حالة الكاسر الكروي المقرب: نفرض أنه لدينا جسم AB قائم*



$A'B'$ هي صورة حقيقية ، مقلوبة و مكبرة للجسم الحقيقي AB بواسطة الكاسر الكروي المقرب.

○ حالة الكاسر الكروي المبعد:

بفرض أنه لدينا جسم AB مضيء فإن صورته ستتكون بالطريقة التالية حسب الشكل الموالي:



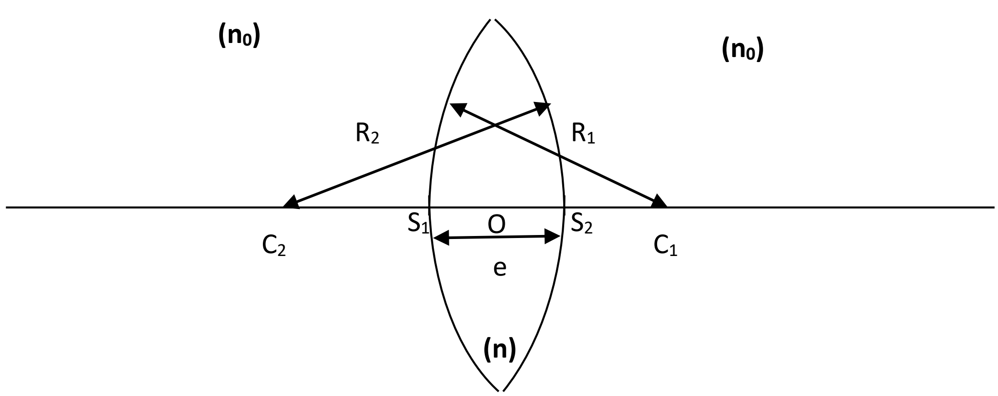
الصورة A'B' تكون وهمية، معتدلة ومصغرة للجسم الحقيقي AB بواسطة الكاسر المبعد.

II-3-3 العدســـــــــــــــات (Lenses)

- تعريف

هي جملة ضوئية كاسرة تتكون من سطحين كاسرين على الأقل إحداهما يكون منحنيا. دورها الأساسي هو تجميع الأشعة الضوئية المنبعثة في نقطة تسمى الصورة.

السطحين الكاسرين يحصران بينهما وسط شفاف ذو قرينة انكسار n تختلف عن قرينة انكسار الوسط الخارجي كما يبينه الشكل التالي:



- العدســــات الرقيقة

نقول عن عدسة أنها رقيقة إذا تحققت الشروط التالي:

$$\overline{S_1S_2} < R_1$$

$$\overline{S_1S_2} < R_2$$

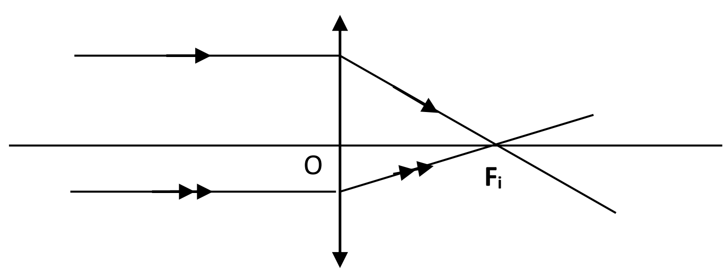
$$\overline{S_1S_2} < |R_1 - R_2|$$

أي لما تنطبق النقطة S_1 على S_2 عند النقطة O. بحيث تسمى O بالمركز البصري للعدسة، ولها خاصية تميزها وهي : أن أي شعاع ضوئي يسقط على العدسة ويمر من O لا يحدث له أي انحراف عن منحاه الأصلي.

- أنواع العدسات

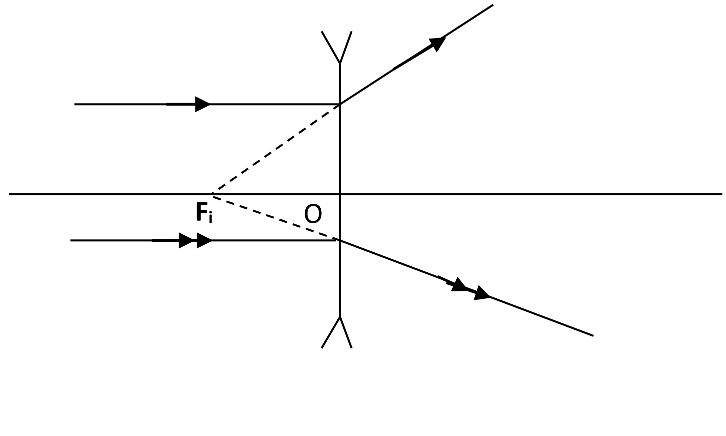
هناك نوعين من العدسات:

- العدسة المقربة (المجمعة أو اللامة)



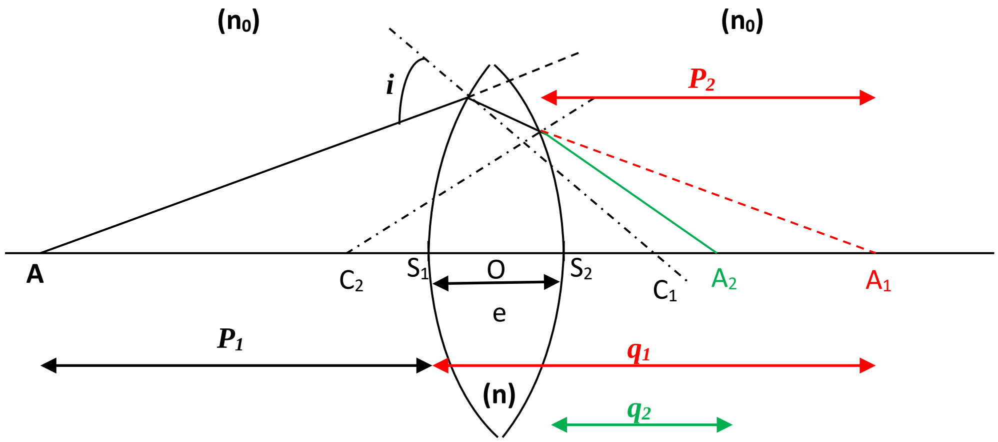
F_i: البؤرة صورة

- العدسة المبعدة (المفرقة)



- علاقة الترافق

ليكن لدينا جسم نقطي مضيء A، وعدسة .



لتكن A1 صورة A بالنسبة للكاسر الأول ومنه:

$$\frac{n_0}{P_1} - \frac{n}{q_1} = \frac{(n_0 - n)}{R_1} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

بعتبر الآن A1 جسم بالنسبة للكاسر الثاني وعليه:

$$\frac{n}{P_2} - \frac{n_0}{q_2} = \frac{(n - n_0)}{R_2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

بما أن العدسة رقيقة فإن: $\overline{S_1S_2} = 0 \ \rightarrow q_1 = P_2$

بجمع المعادلتين (1) و (2) نتحصل على:

$$\frac{n_0}{P_1} - \frac{n}{q_1} + \frac{n}{P_2} - \frac{n_0}{q_2} = (n - n_0).(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1})$$

$$\rightarrow \frac{n_0}{P_1} - \frac{n_0}{q_2} = (n - n_0).(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1})$$

إذا كان $n_0=1$ فإن:

$$\frac{1}{P}-\frac{1}{q}=(n-1).\left(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1}\right)$$

وهي علاقة الترافق الخاصة بالعدسات.

*الحالات الخاصة:

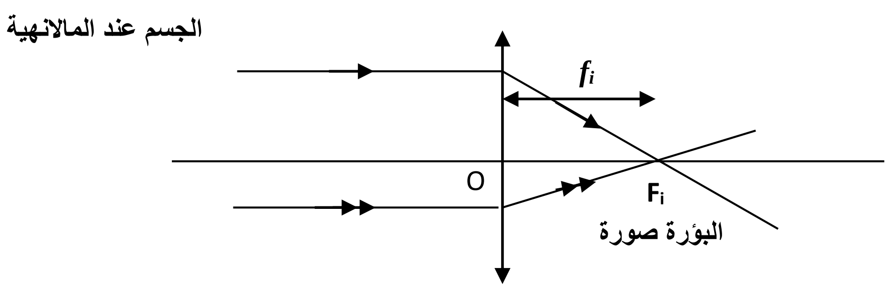
1- الجسم عند الملانهاية: $P \to \infty$

$$\frac{1}{\infty}-\frac{1}{q}=(n-1).\left(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1}\right)$$

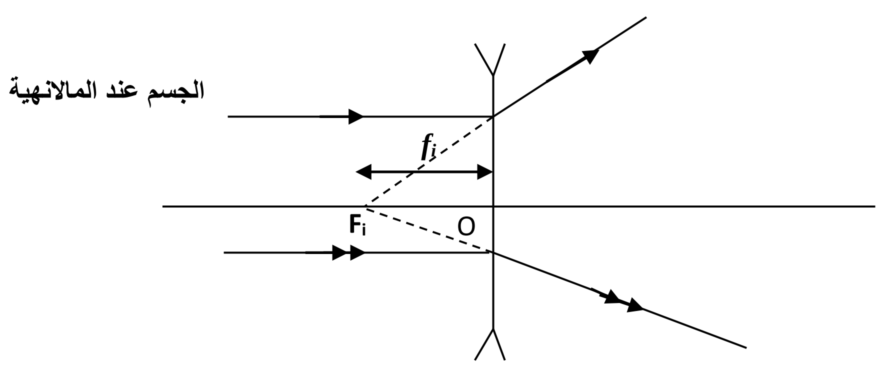
$$\to \frac{1}{q}=\frac{1}{f_i}=(n-1).\left(\frac{1}{R_2}-\frac{1}{R_1}\right)$$

نتيجة1: **إذا كان الجسم عند مالانهاية فإن صورته سوف تكون عند بؤرة الصورة F_i وعلى بعد محرقي للصورة f_i .**

العدسة المقربة



العدسة المبعدة

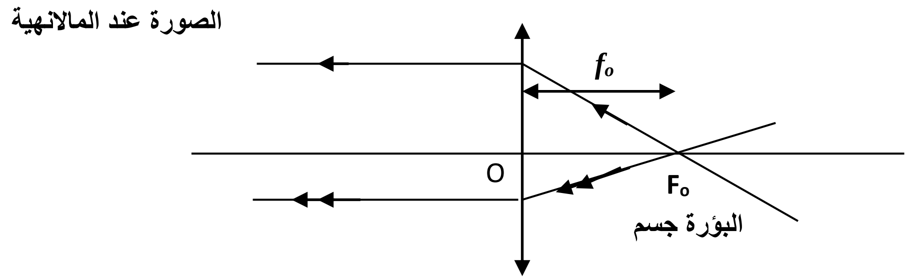


2-الصورة عند الملانهاية: $q \to \infty$

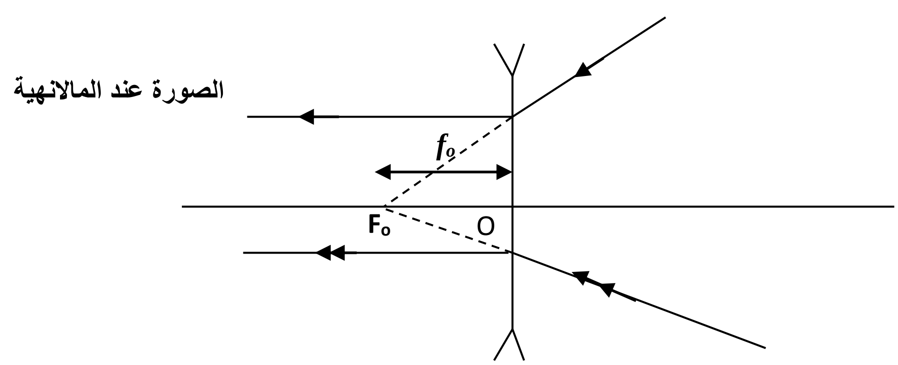
$$\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P}}-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{\infty}}=(\boldsymbol{n}-\mathbf{1}).\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R_2}}-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R_1}}\right)$$

$$\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P}}=\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{f_o}}=(\boldsymbol{n}-\mathbf{1}).\left(\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R_2}}-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{R_1}}\right)$$

نتيجة 2: **إذا كان الجسم عند البؤرة جسم F_o فإن صورته ستكون عند الملانهاية، والجسم سيتواجد على بعد محرقي f_o.**



العدسة المقربة



العدسة المبعدة

ملاحظات:

- نقول عن العدسة أنها مقربة إذا كانت البؤرتين F_o وF_i حقيقيتين. وفي الحالة العكسية فهي مبعدة.

باستخدام الأبعاد المحرقية، فغن علاقة الترافق تأخذ الشكل التالي:

$$\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{P}}-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{q}}=\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{f_o}}=-\frac{\mathbf{1}}{\boldsymbol{f_i}}$$

- **لاحظ أن : $f_o = - f_i$** ***(البؤرتان متناظرتان)***

- **التقريب (القوة الضوئية):(Vergence)**

يعرف التقريب (القوة الضوئية) للعدسات والذي يرمز له بالرمز V بمقلوب البعد المحرقي للصورة f_i.

$$V=\frac{1}{f_i}$$

وحدته m^{-1} أو الكسيرة (δ) . أي $1\delta=1m^{-1}$.

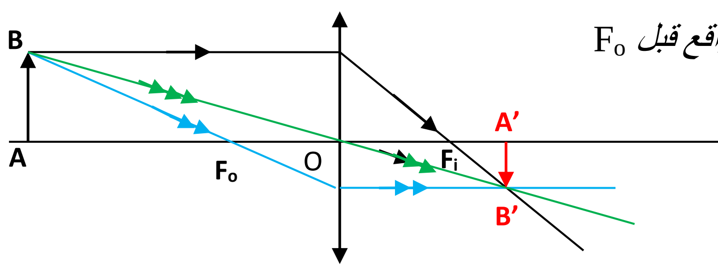
ملاحظة: كلما كان التقريب أكبر كلما قامت العدسة بدورها التجميعي بصفة أحسن.

$$\frac{1}{P}-\frac{1}{q}=\frac{1}{f_o}=-\frac{1}{f_i}=-V$$

- *طريقة تكوين الصورة*

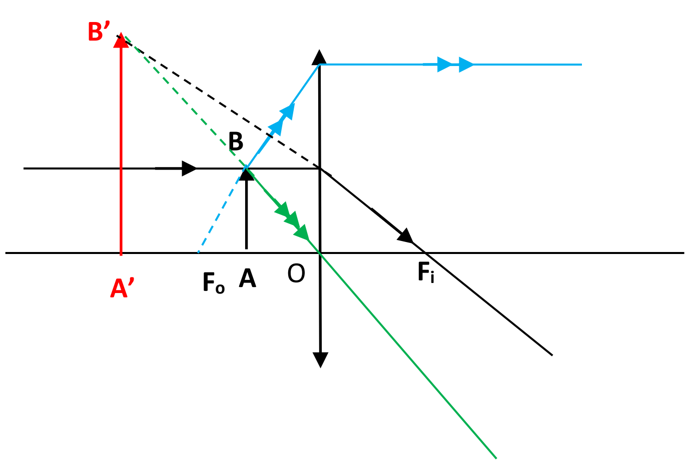
ليكن لدينا جسم ضوئي AB

- *حالة العدسة المقربة*
  - *حالة الجسم واقع قبل* F_o



A'B' هي صورة حقيقية ـ مقلوبة ومصغرة للجسم الحقيقي AB بالعدسة المقربة الواقع قبل بؤرة الجسم F_o.

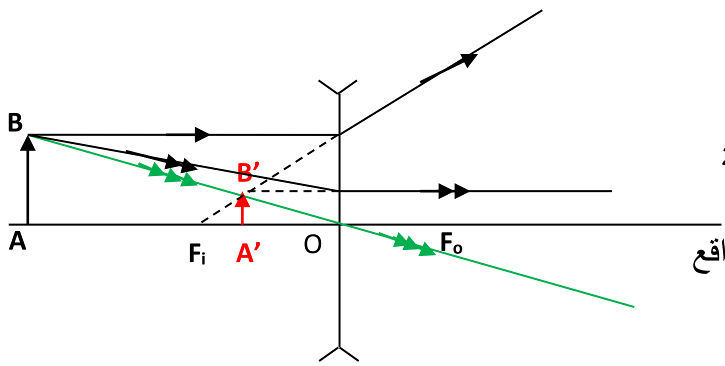
- حالة الجسم واقع بين O و F_o .



A'B' هي في هذه الحالة وهمية، معتدلة ومكبرة للجسم الحقيقي AB الواقع بين O وF_o .

- العدسة المبعدة

لدينا جسم ضوئي AB وعدسة مبعدة.



A'B' هي صورة وهمية، معتدلة

ومصغرة للجسم الحقيقي AB الواقع

قبل F_i.

تطبيق:

أوجد مميزات الصورة لجسم حقيقي AB يتواجد بين O و F_i ، ثم في حالة وجوده بين O وF_o ثم في حالة وقوعه بعد F_o.