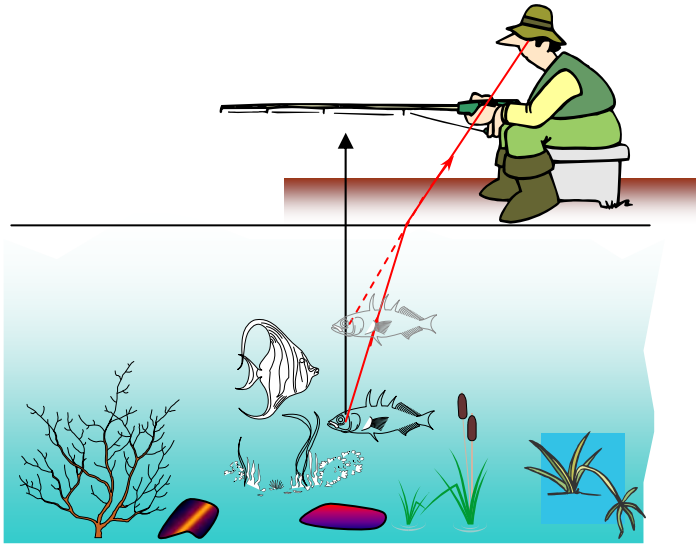


## 1- الضوء للرؤية



## \* الكفاءات المستهدفة

- يفسر المظاهر الضوئية المرتبطة بظاهرة الانكسار.
- يتعرف على خصائص وقوانين العدسات ويفسر تشكل اصور من خلالها.
- يتعرف على مبادئ بعض الأجهزة البصرية.

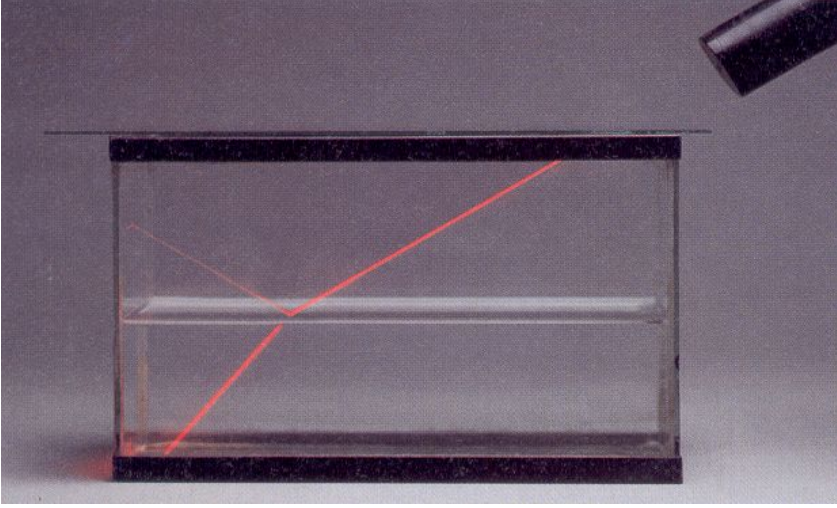
## **المحتوى – المفاهيم**

### \* انكسار الضوء

- قانونا الانكسار
- قرينة الانكسار
- الانكسار الحدي
- الانعكاس الكلي

### \* العدسات

- خصائص العدسات المقربة والمبعدة
- تشكل الصورة بالعدسة
- قوانين التقريب والتكبير



انحراف الضوء على مستوى  
السطح الفاصل بين الهواء و الماء

### 1-1 تذكير:

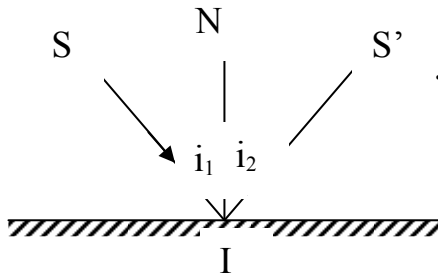
تأتينا أشعة الشمس ، وهي المصدر الطبيعي للضوء ، في شكل حزم (مجموعة من الأشعة) ضوئية ، فتنتشر في الخلاء أو في الهواء وفق خطوط مستقيمة. نسمي الشمس منبعاً ضوئياً ، مثلها مثل مصباح كهربائي مشتعل. وقد يسمى كذلك جسماً مضيئاً (لأنه ينتج الضوء بنفسه) .

كما يسمى الجسم الذي يتلقى ضوءاً من مصدر آخر جسماً مضاءً، كالقمر والجبال والأحجار، وكل جسم لا يصدر من تلقاء نفسه ضوءاً، ويكون بالإمكان مشاهدته بالعين.

ينتشر الضوء في الفراغ بسرعة 300000 كـم في الثانية الواحدة. فإذا اعترض سبيله حاجز فإن أشعته تنعكس إما جزئياً أو كلياً ، وهذا بحسب طبيعة هذا الجسم. يخضع انعكاس الأشعة الضوئية كما نعلم إلى قانوني الانعكاس لابن الهيثم (المنسوبين في الغرب إلى ديكارت)، وملخص القانونين كما يلي:

\* الأشعة الضوئية التي ترد في الهواء إلى سطح عاكس ( سطح ماء هادئ، مرآة، أي سطح مصقول.. ) ترتد نحو الهواء وفي نفس مستوي الورد.

\* يقع كل من الشعاع الوارد SI والشعاع المنعكس IS' والناظم IN في مستوي الورد.



وكما رأينا سابقاً فإن الأشعة الضوئية تنتقل في الوسط الشفاف وفق خطوط مستقيمة، فهل يكون مسارها وفق خطوط مستقيمة كذلك عندما ينتقل الضوء من وسط إلى وسط آخر؟ هذا هو موضوع دراستنا في برنامج هذه السنة.

## 2-1 انكسار الضوء

### نشاط:



خذ إناء وضع به قطعة نقود  
خذ موقعا بحيث إذا نظرت إلى  
ماتراه من قعر الإناء لاترى فيه

قطعة النقود. واطلب من شخص

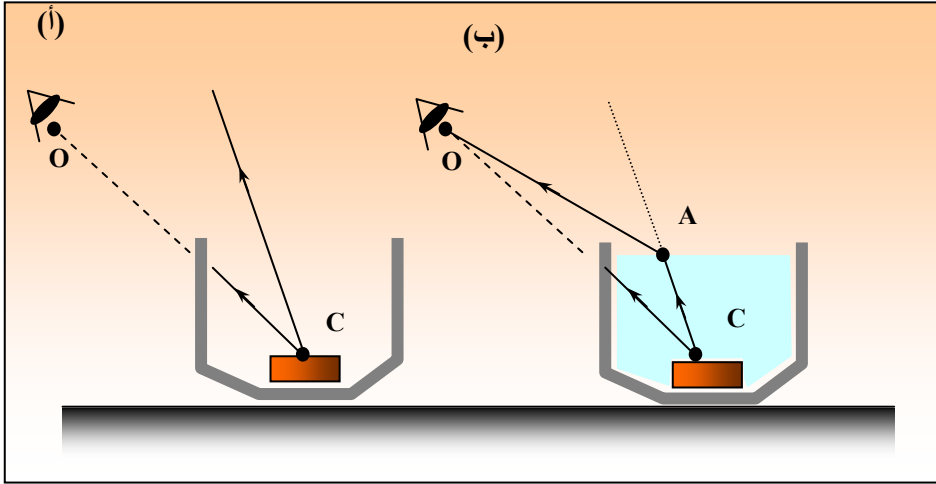
آخر أن يسكب الماء في الإناء

شيئا فشيئا . فماذا تلاحظ؟

تلاحظ أنه بعد سكب كمية معينة من الماء يصبح بالإمكان مشاهدة قطعة النقود

والجزء الذي كان مختفيا من قعر الإناء، فكيف تفسر ذلك؟

**التفسير:**



يمكن أن نفسر ما حدث اعتمادا على الخاصية التي ذكرناها والتي تقول بأن الضوء ينتشر في الوسط الشفاف الواحد وفق خطوط مستقيمة، وانطلاقا من المعلومة التي تقول بأن العين ترى الأشياء التي تأتي منها الأشعة الضوئية وتسقط على شبكية العين. فإذا اعتبرنا أولا الحالة التي يكون فيها الإناء فارغا، وأخذنا نقطة  $C$  من قطعة النقود، ومثلنا الشعاع الضوئي الصادر منها نحو العين فإننا نجده يصطدم بالجدار العائم للإناء، وبالتالي لا يصل إلى نقطة من عين المشاهد ولتكن النقطة  $O$ .

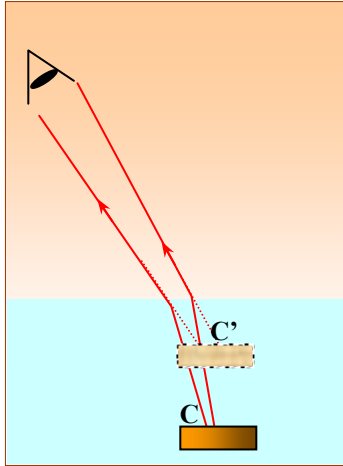
أما في الحالة التي يوضع فيها الماء في الإناء ويصبح بالإمكان مشاهدة قطعة النقود في الإناء ، فيفسر ذلك بأن بعضا من الأشعة الواردة من قطعة النقود والمارة من النقطة A داخل الإناء أصبح بإمكانها أن تصل إلى النقطة o من العين، لأنها انحرفت عن مسارها الأول في النقطة الفاصلة بين سطح الماء والهواء.

**نتيجة:**

عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فإنه يعاني انحرافا عن مساره. تسمى هذه الظاهرة ظاهرة انكسار الضوء.

يسمى الشعاع الضوئي CA شعاعا واردا، كما يسمى الشعاع AO شعاعا منكسرا.

إذن فإن ما يحدث عندما ننظر إلى قطعة النقود وهي مغمورة في الماء هو أن الأشعة الضوئية الواردة منها تنكسر عند السطح الفاصل بين الماء والهواء قبل أن تصل إلى عين المشاهد.



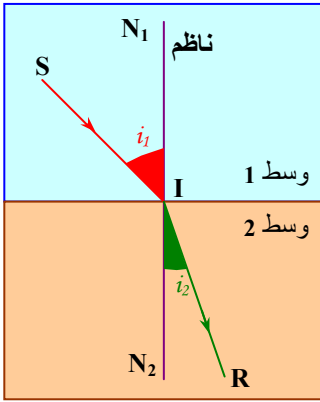
ويبدو للعين وكأن الأشعة الضوئية الواردة إليها سلكت طريقا مستقيما لذلك فهي تبدو كأنها آتية من النقطة C' لذلك تراها العين أقرب إلى السطح مما هي عليه في الواقع. فهل ترى السمكة الصياد أقرب إليها أم أبعد مما هو عليه؟

### 3-1 الدراسة الكمية للانكسار:

#### قانونا الانكسار:

#### 2/ ظاهرة انكسار الضوء

نسمي انكسار الضوء التغير المفاجئ لمنحى الانتشار لما يمر هذا الضوء من وسط شفاف إلى وسط شفاف ثان.



#### II / قانونا الانكسار

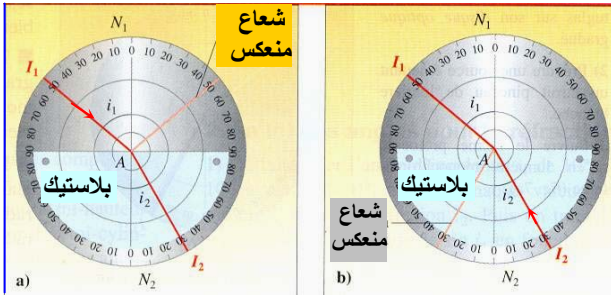
يلاقي شعاع ضوئي (SI) سطحاً فاصلاً بين وسطين في نقطة الورود (I) (الشكل). ليكون (IN<sub>1</sub>) الناظم عند (I) لهذا السطح .

(SI) و (IN<sub>1</sub>) يعرفان مستوي الورود.

(i<sub>1</sub>) زاوية الورود؛ (i<sub>2</sub>) زاوية الانكسار

(i<sub>1</sub>) هي زاوية الورود. ليكون (IR) الشعاع المنكسر .

نسمي الزاوية: i<sub>2</sub> = N<sub>2</sub>IR زاوية الانكسار.



شعاع وارد (I<sub>1</sub>A) في الهواء

شعاع وارد (I<sub>2</sub>A) في بلاستيك

• تسمح التجربة الموصلة بإيجاد قانوني الانكسار.

• يستعمل في هذه التجربة قرص مدرج بالدرجات (كالمعلقة) ينطبق على هذا القرص قرص آخر نصف إسطواني مجوف وهو مملوء بالماء (الشكل).

### خطوات التجربة:

تُرسل حزمة واردة ( $I_1A$ ) من أشعة الضوء الأبيض عن طريق تجهيز ضوئي مناسب، فنلاحظ أثره على المنقلة الكبيرة (الشكل المقابل) ليسقط بعدها في النقطة A من سطح الماء ، فينعكس جزء من أشعة الضوء نحو الهواء، بينما الجزء الأعظم منه  $I_2$  ينفذ داخل الماء منحرفا بزاوية انحراف  $i_1$ .  
من خلال تتبعنا لمسير الشعاع الضوئي نلاحظ أثره على مستوي المنقلة في جزئها العلوي حيث يوجد الهواء وفي جزئها السفلي حيث يوجد الماء، وعليه:

### القانون الأول للانكسار:

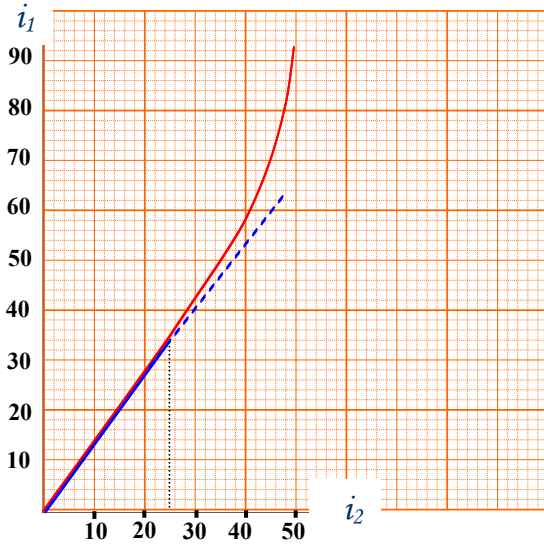
يقع كل من الشعاع الوارد ( $I_1A$ ) و المنكسر ( $A I_2$ ) و الناظم ( $AN_1$ ) في نفس مستوي الورود.

نغير الآن من قيم زوايا الورود ونسجل القيم الموافقة لزوايا الانكسار ونملاً جدول القياسات التالي:

$i_1$	0	$10^\circ$	$20^\circ$	$30^\circ$	$40^\circ$	$50^\circ$	$60^\circ$	$70^\circ$	$80^\circ$	$90^\circ$
$i_2$	0	$7^\circ$	$15^\circ$	$22^\circ$	$29^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$	$48^\circ$	$49^\circ$



نرسم البيان  $i_1 = f(i_2)$  الممثل لتغيرات زاوية الورود  $i_1$  بدلالة زاوية الانكسار  $i_2$  ،  
فنتحصل على البيان التالي:



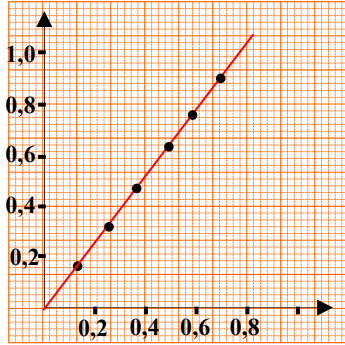
• عند رسم البيان  $i_1 = f(i_2)$  نلاحظ أنه لا توجد علاقة خاصة تربط بين الزاويتين إلا من أجل زوايا صغيرة (أقل من  $25^\circ$ ) يكون البيان تقريبا عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ ، ومعادلته من الشكل:

$$i_1 = 1,33 i_2$$

• لنحسب الآن قيمتي جيبى الزاويتين ونكمل ملء الجدول التالي:

0,643	0,500	0,342	0,174	0	$\sin i_1$
0,485	0,375	0,259	0,131	0	$\sin i_2$
1,000	0,985	0,940	0,866	0,766	$\sin i_1$
0,755	0,743	0,707	0,649	0,576	$\sin i_2$

ثم نقوم برسم البيان  $\sin i_1 = f(\sin i_2)$



نلاحظ من خلال دراسة المنحنى البياني أن:

النسبة:  $n = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\sin i_1}{\sin i_2}$  ثابتة و تساوي القيمة 1.33 التي تعبر عن قرينتي

الوسطين الشفافين . يمكن استنتاج نص القانون الثاني للانكسار:

القانون الثاني للانكسار:

عندما ينكسر شعاع ضوئي عبر مستوي السطح الفاصل بين وسطين شفافين ،  
تحقق زاويتا الورود والانكسار  $(i_1)$  ،  $(i_2)$  المتشكلتان مع الناظم لهذا السطح  
العلاقة:

$$n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$$

حيث (n) ثابت مميز للوسط ، يدعى *قرينة انكسار* الوسط الثاني بالنسبة للوسط الأول.

## ملاحظة:

• قرينة الانكسار مقدار بدون وحدة.

في حالة كون إحدى الزاويتين ( $i_1$ ) أو ( $i_2$ ) معدومة، يكون الزاوية الأخرى معدومة كذلك، أي أن الشعاع الوارد يكون ناظميا على السطح الفاصل بين الوسطين، فيخترقه دون انحراف.

## الانكسار الحدي والانعكاس الكلي :

أما في الحالة التي تقترب فيها  $i_1$  من القيمة  $90^\circ$ ،

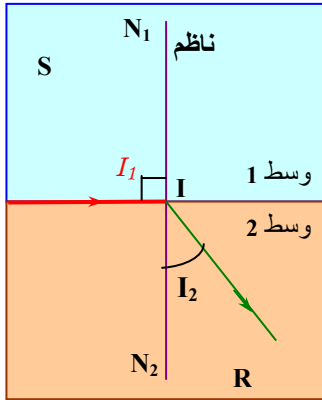
فإن زاوية الانكسار تقرب من زاوية حدية  $i_1$ .

وحسب مبدأ الرجوع العكسي للضوء، أي إذا ورد

شعاع من الماء لينكسر في الهواء، فمن أجل نفس

هذه الزاوية الحدية ينكسر الضوء في الهواء بزاوية

قائمة.



لكن إذا كانت قيمة زاوية الورود أكبر من القيمة الحدية للوسط الذي ينتشر فيه الشعاع الضوئي، فإنه عندما يلاقي السطح الفاصل بين هذا الوسط ووسط ثان قرينته أصغر من قرينة الوسط الأول، فإنه ينعكس كليا .

وشرط حدوث الانعكاس الكلي للضوء هو ينتشر في وسط كاسر إلى وسط ثان أقل كسرا للضوء.

وعموما تكون زاوية الانكسار دوما أصغر من زاوية الورود إذا كانت قرينة الوسط الثاني أكبر من قرينة الوسط الأول، والعكس بالعكس.

### ملاحظة:

\* عندما يكون هناك شعاع ضوئي منكسر، أي يصنع زاوية  $I_2$  مع الناظم، يكون

$$\text{دائما : } 0 \leq I_2 \leq \frac{\pi}{2}$$

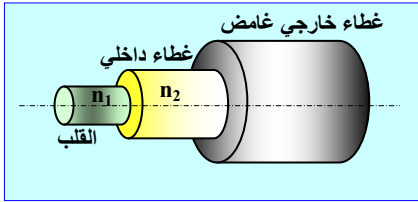
\* من أجل زاوية ورود  $i_1 > i_L$  لا يكون هناك شعاع منكسر، إنما يكون هناك شعاع منكسر. أي هناك انعكاس كلي للضوء على السطح الفاصل بين الوسطين، وكأن هذا السطح أصبح مرآة مثالية. وقد استخدمت ظاهرة الانعكاس الكلي في كثير من الأجهزة البصرية كالمناظير بجميع أنواعها كما سنرى لاحقاً.

وسط	n
ماء	1,33
إيثانول	1,36
بلاستيك	1,50
زجاج	1,50
مأس	2,42

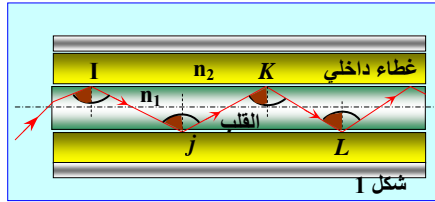
## تطبيقات

### 1- الألياف البصرية:

يتشكل الليف البصري من ليفين متمركزين مصنوعين من مادتين شفافتين مختلفتين، قطراهما من رتبة الميكرومتر، القلب (قرينته  $n_1$ ) و الغطاء الداخلي (قرينته  $n_2$ ) ، موجودان داخل غطاء خارجي ذي لون داكن لحماية الليف البصري من العوامل الخارجية. (شكل 1).

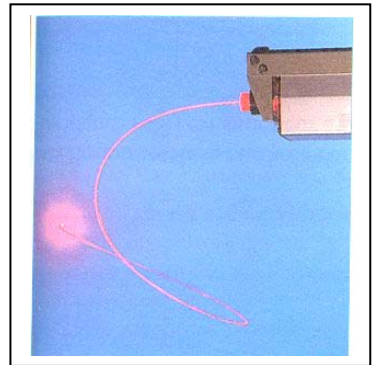
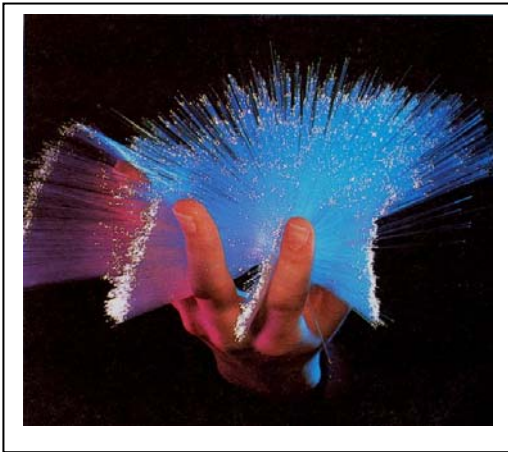


شكل 1. بنية ليف بصري



شكل 1. انعكاس كلي على السطح الفاصل بين القلب و الغطاء الداخلي

القرينة ( $n_2$ ) أصغر من القرينة ( $n_1$ ) (شكل 2) أي أن زاوية الورود ( $i_I$ ) أكبر من الزاوية الحدية. وعليه يحدث انعكاس كلي عند ( $I$ ), ( $J$ ), ( $K$ ), ( $L$ ) ... أي أن الشعاع الضوئي موجه داخل الليف ويتم انتشاره لمسافات طويلة بفضل الانعكاسات المتكررة داخل الليف البصري.



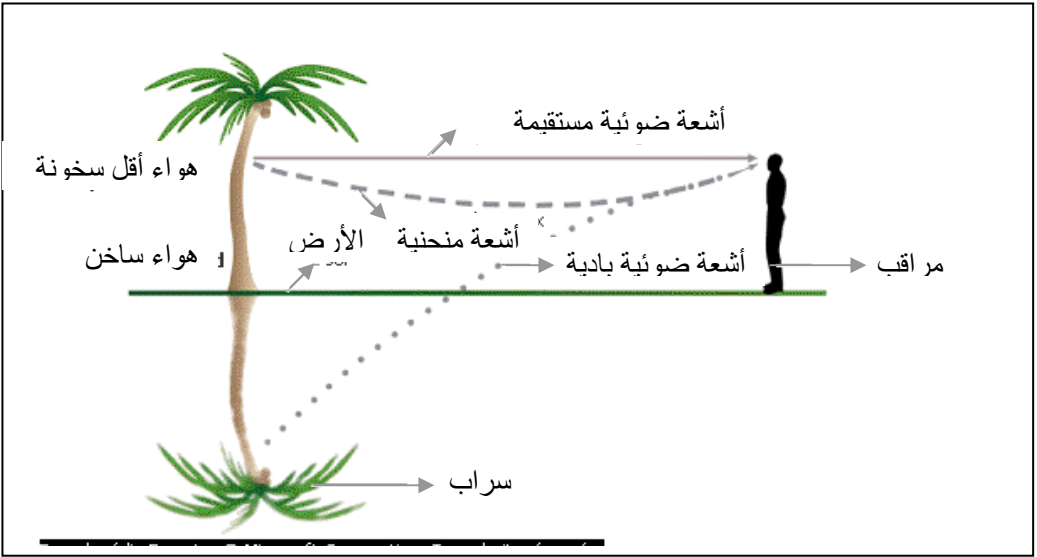
- تستعمل الألياف البصرية في الطب (إضاءة الأجهزة التي تفحص الأجزاء الداخلية لجسم الإنسان باستعمال منظار الليف البصري Fibroscope).
- كما تستعمل في اللاسلكية (الهاتف، التلفزة). الأمواج المنتشرة فيها غير مرئية ولكن من نفس طبيعة الضوء).

## 2- السراب:

في الأيام الشديدة الحر، خاصة في الصحاري الشاسعة بالجنوب، يبدو للإنسان الذي ينظر إلى الأفق في هذه الأماكن وكأنها بحار ذات مياه زرقاء متحركة، وقد يشاهد صورا مقلوبة لأشجار متواجدة بالمنطقة المشاهدة. وكل هذا في الواقع لا وجود له إنما يبدو كذلك للعين، لذا يسمى "السراب".

ويمكن تفسير هذه الظاهرة الطبيعية انطلاقا من انتشار الأشعة الضوئية وانكسارها في الأوساط التي تنتشر فيها إذا كانت هذه الأخيرة غير متجانسة كما رأينا في أمثلة سابقة.

وما يحدث في هذه الظاهرة هو أن طبقة الهواء بجوار الأرض تتألف في الواقع من طبقات مختلفة في درجة حرارتها. فالطبقة القريبة من سطح التربة تكون أسخن من الطبقة التي فوقها، والطبقات التي تليها تكون أبرد كلما ارتفعنا نحو الأعلى. وهذا يجعل كل طبقة تتميز بكثافة معينة للهواء فيها. وتكون الطبقة الأقل كثافة هي الطبقة القريبة من سطح الأرض، وتزداد الكثافة شيئا فشيئا كلما ارتفعنا نحو الأعلى. وعليه يمكن القول بأن الأشعة الضوئية عندما تنتشر في الهواء في هذه الظروف تعاني انكسارات باختراقها الطبقات المختلفة للهواء، الشيء الذي يعطي صورة غير ثابتة للأجسام التي يعكسها، فتبدو متحركة.



## تطبيقات

املاً الفراغات بكلمات مناسبة.

1- أيسمى الجسم الذي يصدر ضوءاً كالشمس والمصباح المشتعل ..... ضوئياً.

أ- كما تسمى الأجسام التي تتلقى الضوء أجساماً.....

2- \* الأشعة الضوئية التي ترد في الهواء إلى سطح عاكس .... نحو الهواء وفي ..... مستوي الورود.

\* يقع كل من الشعاع ..... والشعاع المنعكس و ..... في مستوي.....

\* زاوية الورود.....زاوية الانعكاس.

3- عندما ينتقل شعاع ضوئي من وسط شفاف إلى وسط شفاف آخر فإنه يعاني

..... عن مساره. تسمى هذه الظاهرة ظاهرة ..... الضوء.

أجب على الأسئلة التالية:

4- عندما يرد شعاع ضوئي على صفيحة زجاجية بزاوية ورود معدومة ، فإن

هذا الشعاع الضوئي:

أ- ينحرف مقتربا من الناظم.

ب- ينحرف مبتعدا عن الناظم.

ج- لا ينحرف.

د- ينعكس كليا.

5- عندما يرد شعاع ضوئي على نقطة من صفيحة زجاجية بزاوية ورود

قيمتها تقارب  $90^\circ$  ، فإن هذا الشعاع الضوئي:

أ- لا يحدث له أي انحراف.

ب- يحدث له انعكاس كلي.

ج- يحدث له انكسار حدي.





### نشاطات أولية:

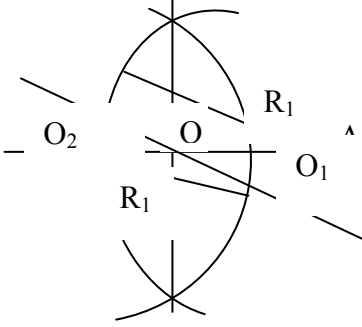
حاول جمع ما تقع عليه يدك من أجسام زجاجية تدخل في تركيب النظارات أو آلة التصوير أو مجهر أو المكبرة المستعملة للقراءة أو تكبير الأشياء. قرب كل قطعة من القطع الزجاجية التي تحصلت عليها من صورة أو نص مكتوب، ثم انظر عبرها إلى جسم بعيد. صنف كل هذه القطع إلى صنفين ، من حيث شكلها أولاً ثم ثم حسب النتيجة التي تحصلت عليها من مختلف التجارب والملاحظات التي قمت بها.

كل من هذه الأجسام الزجاجية التي رأيت من خلالها صوراً لأشياء وبدت لك على غير طبيعتها (قريبة أو بعيدة أو مقلوبة..) تسمى **عدسة**. ما ذا توحى لك كلمة عدسة؟ تفحص مرة أخرى أشكال هذه العدسات ، ستجد تشابهاً بينها وبين حبة العدس. إذن ماهي العدسة؟

## 2-1 تعريف العدسة :

العدسة هي كل جسم مصنوع من مادة شفافة كالزجاج، البليكسيغلاس، ... وهي كذلك كل جملة ضوئية مؤلفة من وسط شفاف متجانس و محدود بوجهين كرويين ، أو بوجه كروي و وجه مستو.

نسمي عدسة رقيقة كل عدسة يكون سمكها مهملا أمام نصفي قطري الدائرتين المكونتين لوجهي العدسة  $R_1$  ،  $R_2$ .

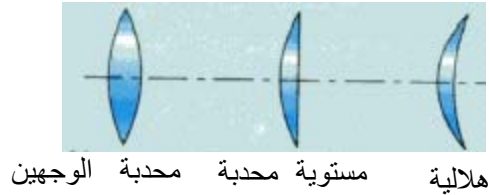
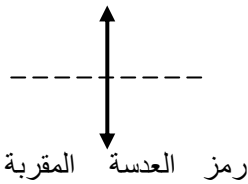


## والعدسات نوعان :

نوع تبدو لنا الأشياء إذا نظرنا إليها من خلاله أنها مكبرة ومعتدلة إذا كانت قريبة منه، وتبدو مقلوبة إذا كانت بعيدة عنه. يسمى هذا النوع **عدسة مقربة** ويلاحظ من ناحية شكله الهندسي أن حوافه رقيقة. وعليه ، نصنف هذا النوع كالتالي:

### 1- العدسات ذات الحواف الرقيقة (أو عدسات مقربة) :

وتختلف في أشكالها، فنجد منها العدسة الهلالية والعدسة المستوية والعدسة المحدبة الوجهين.

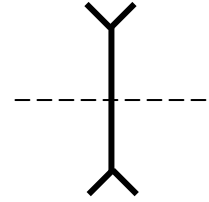
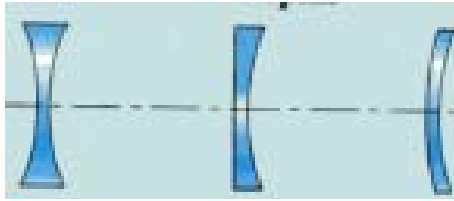


الشكل أعلاه يمثل الرمز النظامي لهذا النوع من العدسات.

## 2- عدسات ذات حواف غليظة (عدسات مبعدة):



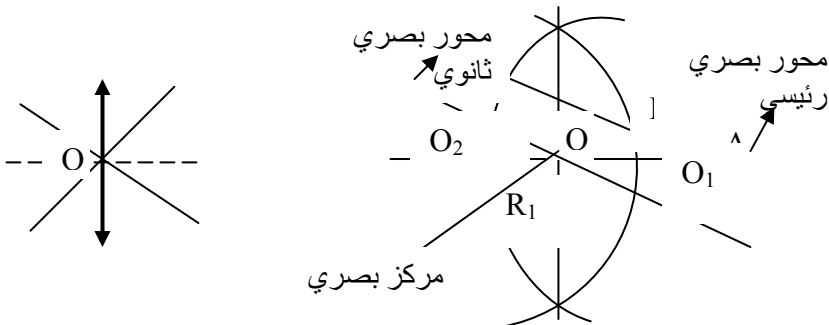
وهو الصنف الثاني من العدسات ، ويتميز عن الصنف الأول (العدسات المقربة) بأنه نوع تبدو لنا الأشياء إذا نظرنا إليها من خلاله أنها مصغرة ومعتدلة إذا كانت قريبة منه، وتبدو معتدلة إذا كانت بعيدة عنه. يسمى هذا النوع عدسة مبعدة ويلاحظ من ناحية شكله الهندسي أن حوافه غليظة.



وهي كذلك على أنواع : محدبة الوجهين ، مقعرة الوجهين ...

ورمزها النظامي ممثل بالشكل أعلاه.

## 2-2 خواص العدسات:



### \* المركز البصري:

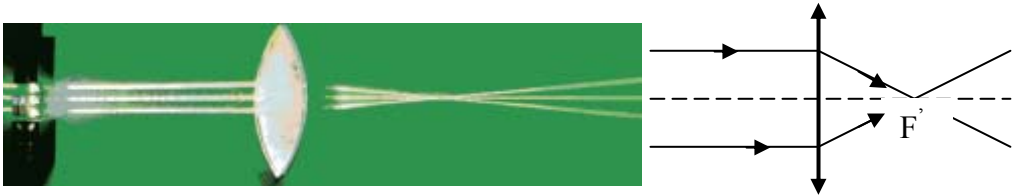
هو مركز العدسة وهو النقطة O نقطة تقاطع مركز العدسة مع المحور البصري الرئيسي  $\Delta$  للعدسة.

و هو كذلك النقطة O التي يمر منها المحور الرئيسي للعدسة، بحيث عند اجتياز شعاع ضوئي عبر عدسة مروراً بهذا المركز البصري ، فإنه لا يحدث له أي انحراف بل يمر مستقيماً.

### \* المحارق:

#### المحرق الخيالي لعدسة مقربة:

\* نسقط على عدسة مقربة حزمة ضوئية موازية للمحور فنلاحظ أنها تخرج من



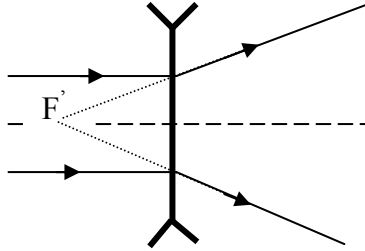
العدسة و هي تتقارب في نقطة  $F'$  من المحور تدعى هذه النقطة المحرق الخيالي للعدسة المقربة.

### تعريف :

المحرق الخيالي لعدسة مقربة هو نقطة من المحور تتقارب فيها الأشعة المنكسرة المقابلة لأشعة واردة موازية للمحور.

## المحرق الخيالي لعدسة مبعدة:

\* نسقط على عدسة مبعدة حزمة ضوئية موازية للمحور فنلاحظ أنها تخرج من العدسة و هي تتباعد، وتتقاطع امتداداتها في نقطة  $F'$  من المحور تدعى هذه النقطة **المحرق الخيالي للعدسة المبعدة**.

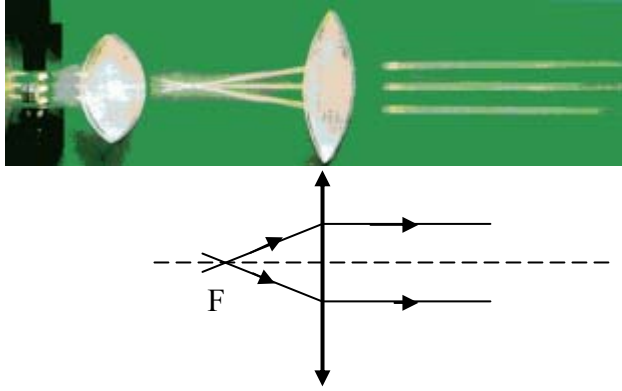


## تعريف :

المحرق الخيالي لعدسة مبعدة هو نقطة من المحور تتقارب فيها امتدادات الأشعة المنكسرة المقابلة لأشعة واردة موازية للمحور.

### • المحرق الجسمي لعدسة:

إذا وضعنا نقطة ضوئية في (F) المتناظرة لـ (F') بالنسبة إلى المركز البصري، نلاحظ أن الأشعة التي ترسلها إلى العدسة المقربة تخرج من العدسة موازية للمحور ، تسمى (F) **المحرق الجسمي** للعدسة المقربة.

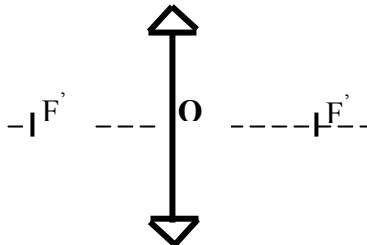


**تعريف:**

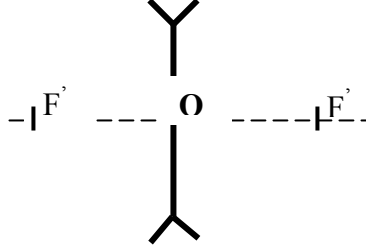
المحرق الجسمي لعدسة مقربة هو نقطة من المحور حيث أن كل الأشعة الصادرة عنها تخرج من العدسة موازية للمحور.

**ملاحظة:**

إن المحرقين الجسمي و الخيالي هما محرقان حقيقيان لأن الأشعة الضوئية تصل حقيقة إلى النقاط F و F'.



كما أن للعدسة المبعدة محرقاً جسمى  $F$  متناظراً مع المحرق الخيالي  $F'$ .



\* البعد المحرقى لعدسة:

البعد المحرقى لعدسة مقربة هو البعد بين المركز البصري للعدسة والمحرك الرئيسي أو المحرق الخيالي.

$$f = OF = OF'$$

يسمى مقلوب البعد المحرقى

التكبير ويرمز له بالرمز  $C$ ، وله وحدة تسمى الكسيرة (Dioptrie).

$$C = 1/f$$

## 2- تشكل الصور بالعدسات

خصائص الصور المعطاة من طرف عدسة:

\* العدسة المقربة:

ضع عدسة مقربة أمام صفحة كتاب أو جريدة أو صورة، وانظر عبر العدسة إلى

الشيء الذي ضعته خلفها. ماذا تلاحظ؟

لا شك بأنك ترى الأحرف أو الصورة كأنها مكبرة.

أنظر الآن عبر نفس العدسة إلى أشياء بعيدة ، كأن تنتظر مثلا إلى شجرة عبر النافذة. فماذا تلاحظ؟ لما تقوم بهذه التجربة فإنك ترى الشجرة البعيدة مقلوبة.

ضع الآن العدسة المقربة عموديا على أشعة الشمس المباشرة، وبموازاة العدسة من الخلف ضع ورقة فتري بقعة ضوئية حاول أن تبعد(أو تقرب) الورقة عن العدسة فتلاحظ بأن البقعة الضوئية تتناقص أبعادها إلى أن تصبح كنقطة. توقف قليلا وأنت على هذا الوضع فتلاحظ بأن الورقة تسود في تلك النقطة وقد تلتهب. تلك النقط ماهي إلا محرق العدسة.

وعليه نقول عن العدسة المقربة بأنها:

- تعطي صورة معتدلة ومكبرة عند الرؤية المباشرة من خلالها لجسم قريب منها.
- تعطي صورة مقلوبة عند الرؤية المباشرة من خلالها لجسم بعيد عنها.
- عندما تجتازها حزمة ضوئية متوازية فإنها تتقارب مشكلة مخروطا ضوئيا يكون رأسه محرق العدسة، أي نقطة تقاطع الأشعة المتقاربة.

#### \* العدسة المبعدة:

نعيد تجارب مماثلة لما رأيناه مع العدسة المبعدة هذه المرة.

نضع عدسة مقربة أمام صفحة كتاب أو جريدة أو صورة ، وننظر عبر العدسة إلى الشيء الذي وضعناه خلفها. فنلاحظ بأن الأحرف أو الصورة معتدلة ومصغرة.

ننظر الآن عبر نفس العدسة إلى أشياء بعيدة ، كأن ننظر مثلا إلى شجرة عبر النافذة. فنلاحظ بأن الشجرة البعيدة معتدلة(غير مقلوبة).

نضع الآن العدسة المقربة عموديا على أشعة الشمس المباشرة، وبموازاة العدسة من الخلف وبالقرب منها نضع ورقة فنرى بقعة ضوئية نبعد قليلا الورقة عن العدسة



فلاحظ بأن أبعاد البقعة الضوئية تزداد بازدياد بعد الورقة عن الشاشة، الشيء الذي يجعلنا نحكم بأن أشعة الشمس المارة عبر العدسة المبعدة تتباعد ، وهذا يعني كذلك بأن امتدادات هذه الأشعة المتباعدة هي التي تتقاطع في نقطة ولكن من الجهة الأخرى للعدسة (الجهة المواجهة لأشعة الشمس).  
وعليه نقول عن العدسة المقربة بأنها:

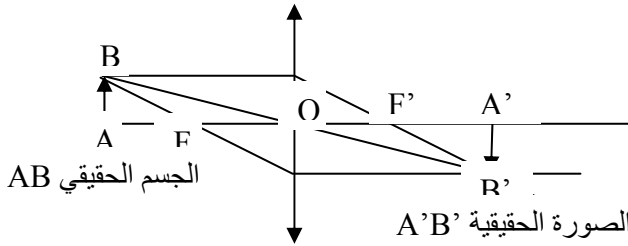
- تعطي صورة معتدلة ومصغرة عند الرؤية المباشرة من خلالها لجسم قريب منها.
- تعطي صورة معتدلة عند الرؤية المباشرة من خلالها لجسم بعيد عنها.
- عندما تجتازها حزمة ضوئية متوازية فإنها تتباعد مشكلة مخروطاً ضوئياً يكون رأسه نقطة تقاطع امتدادات الأشعة المتباعدة.

الرسم الهندسي للصورة المشكلة بـعدسة:

رأينا سابقاً بأن نوع الصورة المتحصل عليها تتعلق بنوع العدسة المستخدمة، وكذا الوضع النسبي للجسم بالنسبة للمحرقين  $F$  و  $F'$  ومركز العدسة  $O$ .

## الرسم الهندسي للصورة المشكلة بعدسة مقربة:

يتألف الجسم من مجموعة من النقاط المضيئة التي تصدر أشعة ضوئية، ولكل شعاع صادر من النقطة A مثلا والساقط على أحد وجهي العدسة يوافقه شعاع بارز من الوجه الآخر، ويمر من النقطة A' التي تمثل صورته بالنسبة لهذه العدسة نعتبر جسما صغيرا AB عموديا على المحور البصري ونريد تعيين صورته بواسطة العدسة :



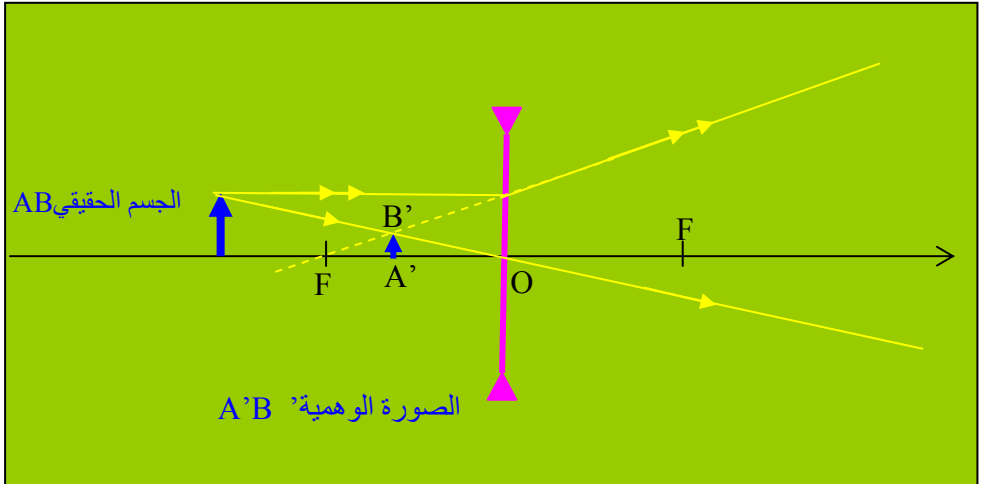
- النقطة A توجد على المحور البصري وصورتها A' توجد أيضا على المحور البصري

- الشعاع الضوئي الذي ينطلق من النقطة B والمار من المركز البصري O لا يحدث له انحراف

- الشعاع الثاني الذي ينطلق من B والموازي للمحور البصري يبرز من العدسة مارا بالنقطة F' البؤرة الخيالية. (يمكن، للتأكيد، رسم شعاع ثالث منطلق من B ومارا من النقطة F البؤرة الجسمية فيبرز من العدسة موازيا للمحور البصري)، تتقاطع الأشعة البارزة في النقطة التي تمثل صورة النقطة . بواسطة هاتين النقطتين AB الممثلتين للجسم يمكن رسم صورته A'B' هندسيا.

- فيكون A'B' الموجه من A' نحو B' يمثل خيال الجسم AB، وحسب وضعية الجسم بالنسبة للعدسة قد يكون معتدلا أو مقلوبا.

- بنفس الطريقة ننشئ هندسيا صورة الجسم في الحالات المختلفة لأوضاع الجسم بالنسبة للعدسة، ونخص بالذكر:
  - حالة الجسم AB قبل المحرق الجسمي F (عند البعد أكبر  $f$ )
  - حالة الجسم AB عند المحرق الجسمي F (عند البعد يساوي  $f$ )
  - حالة الجسم AB بعد المحرق الجسمي F (بين المحرق F والمركز البصري للعدسة O)
  - حالة الجسم AB عند البعد مساو  $2f$  .
- الرسم الهندسي للصورة المشكلة بعدسة مبعدة:



#### \* علاقات العدسة

- تعطى علاقتنا العدسات التي تربط خصائص الجسم بصورته (طوله وبعده عن العدسة)

\* **علاقة الترافق** :نقول إن العدسة التي مركزها البصري O ترفق بالنقطة A (الجسم) لنقطة A' (الصورة).وعلاقة الترافق هذه تسمح بتحديد النقطة الصورة على المحور البصري عندما يكون موضع الجسم معلوما. والعلاقة هي:

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

تسمى هذه العلاقة علاقة ديكارت.

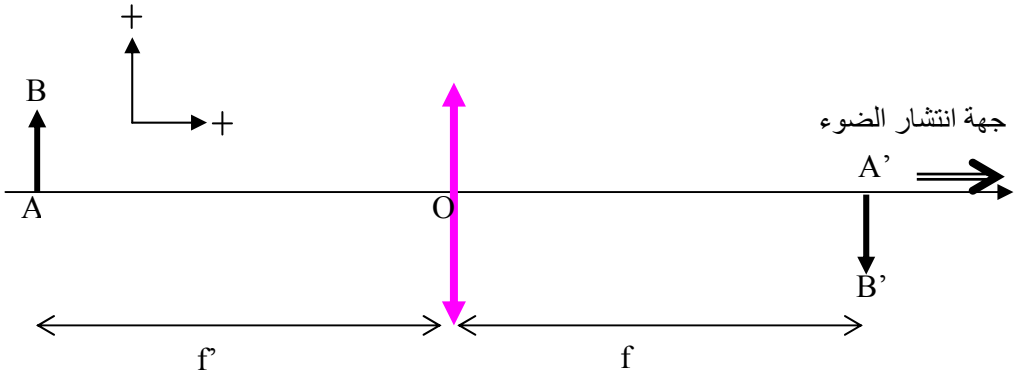
- **علاقة التكبير**: يعرف التكبير  $\gamma$  بالنسبة بين القيمتين الجبريتين لطول الصورة A'B' وطول الجسم AB، ويعطى بالعلاقة:

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

- إن إشارة هذا المعامل يحدد فيما إذا كانت وضعيتا الصورة والجسم باتجاه واحد (معتدلان أو مقلوبان) أو بجهتين مختلفتين (أحدهما معتدل والآخر مقلوب).

### ملاحظة:

- نختار محورا موجها محمولا على محور العدسة، بحيث يكون مبدأه المركز البصري O وجهته الموجبة هي جهة انتشار الضوء، كما نختار على محور عمودي عليه جهة موجبة موافقة لتوجيه الجسم الذي يكون معتدلا وفقه. ومنه تتحدد أوضاع كل من الجسم وصورته بالإحداثيات الجبرية على المحور البصري الموجه بهذا الشكل.



### مثال-1:

عدسة رقيقة مقربة بعدها البؤري  $f = 0.5 \text{ m}$  . موضوعة بحيث يكون محورها الرئيسي شاقوليا . يوضع عموديا على المحور الرئيسي لهذه العدسة جسم مضيء AB طوله 4cm ، بحيث تكون النقطة A واقعة على المحور الرئيسي ويبعد عنها بمسافة 0.75m .

أ- عين موضع وطبيعة الصورة A'B' المتشكلة للجسم AB .

ب- أنجز رسما هندسيا يمكنك من التأكد من النتائج المتحصل عليها.

الجواب:

أ- الجسم AB حقيقي موجود على بعد 0.75m من العدسة ، و  $f = 0.5 \text{ m}$  .

ب-بتطبيق علاقة العدسات :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'}$$

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{-0.75} + \frac{1}{0.5}$$

ومنه نجد :  $\overline{OA'} = 1.5 \text{ m}$  ، وهو مقدار موجب ، أي أن الصورة حقيقية

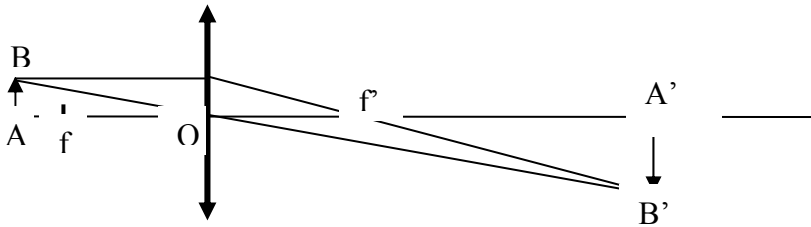
وتبعد عن العدسة بمقدار 1.5 متر .

ت-بتطبيق العلاقة :  $\gamma = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OA'}}$  نجد :

$$\gamma = \frac{4}{\overline{A'B'}} = \frac{-0.75}{1.5} = -0.5$$

ومنه نجد :  $\overline{A'B'} = -8 \text{ cm}$

وهو مقدار سالب ، أي أن الصورة حقيقية ومقلوبة.



مثال-2

يوضع جسم حقيقي عموديا على المحور الرئيسي لعدسة مبعدة بعدها البؤري 20cm وعلى بعد 30cm عن مركزها البصري. عين موضع وطبيعة الخيال المتشكل لهذا الجسم.

الجواب :

الجسم حقيقي ، أي  $OA < 0$  .

العدسة مبعدة

من العلاقة :  $\frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$  لدينا :

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

ومنه نجد :  $OA = -12\text{cm}$  . أي أن الصورة تقع في جهة الجسم فهي

وهمية .

حساب التكبير :

$$\gamma = \frac{\overline{AB}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{OA}}{\overline{OA'}} = \frac{-12}{-30} = 0.4$$

التكبير موجب ، فالخيال غير مقلوب بالنسبة للجسم، وهو أصغر منه.