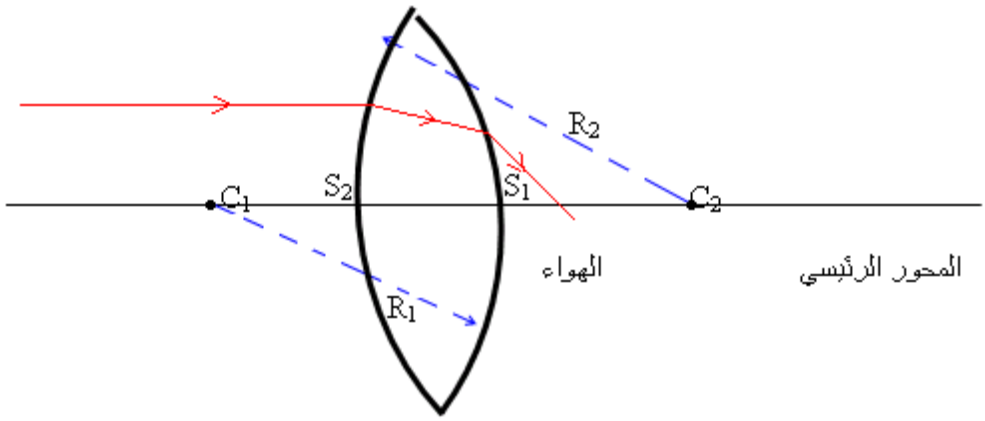
الصور المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة مجمعة

I ـ عموميات حول العدسات :

1 ـ تعريف العدسة الكروية

العدسة الكروية وسط شفاف ومتجانس محدود بوجهين كرويين أو بوجه كروي وألآخر مستو وتصنع من الزجاج والبليكسيكلاص .
تتكون العدسة من وسط معامل انكساره n ، يختلف عن معامل انكسار الهواء .



2 ـ تعريف العدسة الرقيقة ونوعا العدسة الرقيقة.

نسمي عدسة رقيقة عندما يكون سمكها على المحور البصري الرئيسي صغيرا جدا . أي $e << R_1$ و $e << R_2$ و $e << R_1 - R_2$ بحيث $e=S_1S_2$
وفي هذه الحالة يمكن إعتبار S_1 و S_2 منطبقين في نقطة واحدة تسمى مركز العدسة .

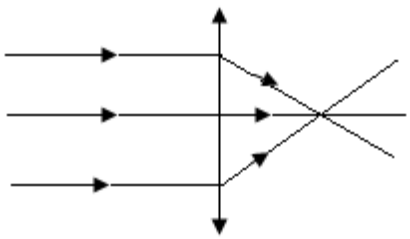
3 ـ نوعا العدسة الرقيقة .

العدسات الرقيقة المجمعة ذات حافة رقيقة رمزها هو :

العدسات الرقيقة المفرقة ذات حافة سميكة ورمزها :

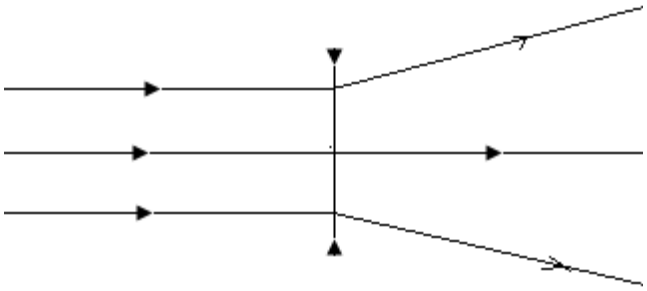
4 ـ تاثير العدسات على حزمة ضوئية أشعتها متوازية :

تجربة 1:



العدسة المجمعة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية مجمعة .

تجربة 2



العدسة المفرقة تحول حزمة ضوئية متوازية إلى حزمة ضوئية متفرقة .
ملحوظة : الأوساط الشفافة للعين تتصرف مثل عدسة مجمعة ، ذلك أنها تجمع الحزم الضوئية التي تدخل إلى العين لتصل إلى الشبكية .

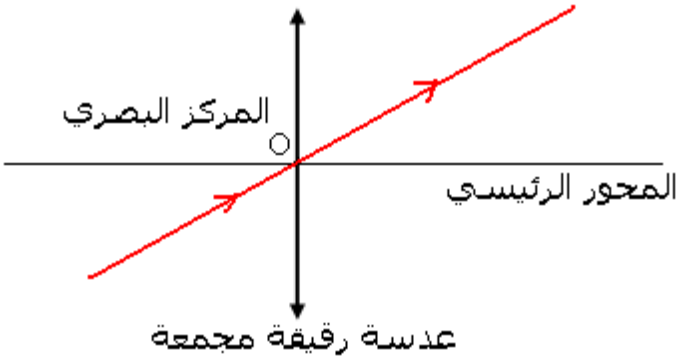
تجربة 3 : مشاهدة شيء قريب عبر العدسة .

عندما نرى بواسطة عدسة رقيقة مجمعة شيئا يبدو هذا الشيء كبير نقول أن العدسة تلعب دور مكبرة .
عند استعمال عدسة مفرقة نرى العكس أي أن الشيء يبدو صغيرا .

II ـ مميزات العدسة الرقيقة المجمعة .

1 ـ المركز البصري والمحور البصري لعدسة رقيقة مجمعة :

كل الأشعة التي تمر من المركز O للعدسة المجمعة لا تنحرف . تسمى النقطة O بالمركز البصري للعدسة .
المحور البصري للعدسة هو محور تماثل العدسة ، ونمثل هذا المحور مبيانيا بالمستقيم المتعامد مع العدسة المجمعة والمار من مركزها .



2 ـ البؤرة الرئيسية الصورة والمسافة البؤرية

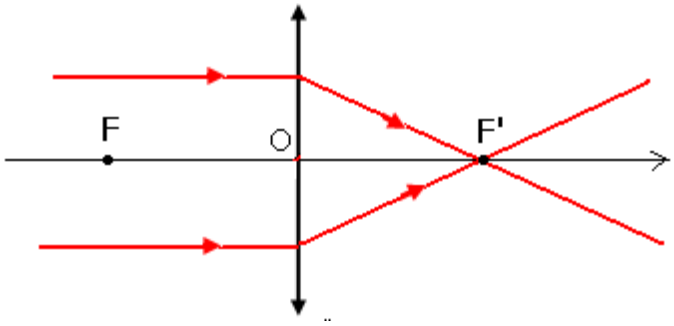
أ ـ البؤرة الرئيسية الصورة :

كل الأشعة الواردة متوازية مع المحور البصري الرئيسي تنبثق من العدسة وتتجمع في نقطة واحدة ، تسمى البؤرة اتلرئيسية الصورة ، ويرمز لها ب F′ وتنتمي إلى المحور البصري الرئيسي

ب ـ المسافة البؤرية .

نوجه المحور البصري الرئيسي في نفس منحى انتشار الضوء ، ونختار المركز البصري كأصل لهذا المحور .

نعرف المسافة البؤرية للعدسة بالمقدار $\overline{OF'}$ ، ونرمز لهذه المسافة ب f′ وهي موجبة ووحدة قياسها المتر m .



ج ـ قوة العدسة الرقيقة المجمعة .

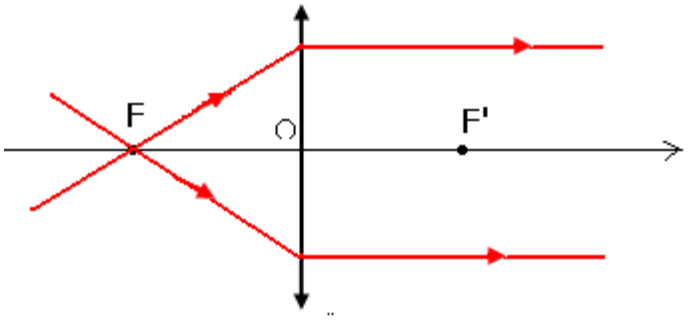
نعرف قوة العدسة بالمقدار C ونعبر عنها بالعلاقة التالية : $C = \frac{1}{f'}$

f' بالمتر و C بالديوبتري δ .

د ـ البؤرة الرئيسية الشيء .

توجد نقطة تنتمي إلى المحور البصري لكل عدسة مجمعة ، بحيث أن كل الأشعة التي تمر منها تنبثق من العدسة متوازية مع المحور البصري الرئيسي ، تسمى هذه النقطة البؤرية الرئيسية الشيء ونرمز لها ب F .

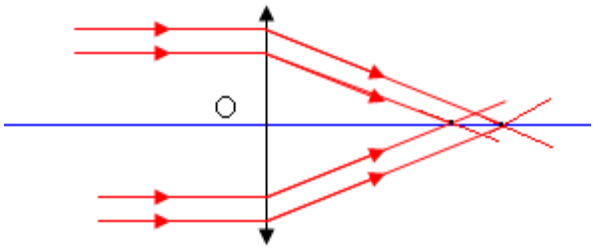
F نقطة متماثلة مع البؤرة الرئيسية الصورة F′ بالنسبة للمركز البصري O . وباعتماد منحى انتشار الضوء هو المنحى الموجب لدينا : $\overline{OF'} = -\overline{OF}$



III ـ الصورة المحصل عليها بواسطة العدسة الرقيقة المجمعة .

1 ـ جودة العدسة الرقيقة المجمعة . شروط التقريب لكوص Les condition d'approximation de Gauss

تجربة ـ 1 :



ملاحظة: نلاحظ أن ألأشعة تتجمع لكن في نقطتين مختلفتين على المحور البصري . الشعاعان المستندان على حافتي العدسة يتجمعان في نقطة قريبة من العدسة بينما يتجمع الأخريان في نقطة أبعد .

عند وضع حجاب قبل العدسة لايسمح بانتشار إلا الأشعة الضوئية القريبة من المحور البصري الرئيسي نلاحظ أن الأشعة تتجمع في نقطة واحدة .

نستنتج أن العدسة جهاز بصري فضاح للحزمة الضوئية الرقيقة القريبة من المحور البصري الرئيسي والموازية له .

تجربة ـ 2 : نعيد التجربة مع إمالة الأشعة الضوئية .

نلاحظ : العدسة أقل فضاحة كلما ازدادت زاوية الميل للحزمة الضوئية الرقيقة بالنسبة للمحور البصري .

نستنتج أن العدسة جهاز بصري فضاح للحزمة الضوئية الرقيقة المائلة قليلا يالنسبة للمحور البصري الرئيسي .

شرطا كوص :

للحصول على صورة واضحة يجب استعمال العدسات الرقيقة في شروط كوص وهي :

ـ أن ترد الحزم الضوئية الرقيقة على العدسة قريبة من مركزها البصري .

ـ أن تكون الحزم الضوئية الرقيقة الواردة على العدسة مائلة قليلا بالنسبة للمحور الرئيسي .

2 ـ الحصول على صورة بواسطة عدسة رقيقة مجمعة .

2 ـ 1 كيفية إنشاء صورة شيء ضوئي .

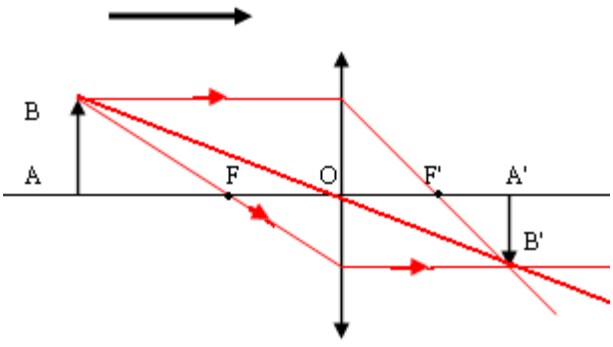
يمكن تحديد موضع الصورة A′B′ لشيء AB المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة مجمعة هندسيا وذلك باتباع الطريقة التالية :

ـ إنشاء مسار الشعاع الوارد المار من المركز البصري الرئيسي للعدسة بحيث يجتازها دون انحراف .

ـ الشعا الوارد ، الموازي للمحور البصري الرئيسي للعدسة ، ينبثق منها مارا من البؤرة الرئيسية الصورة F′ .

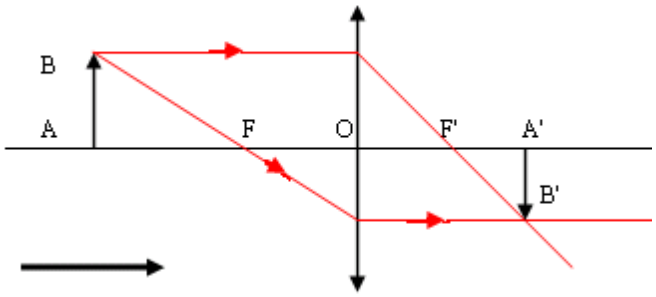
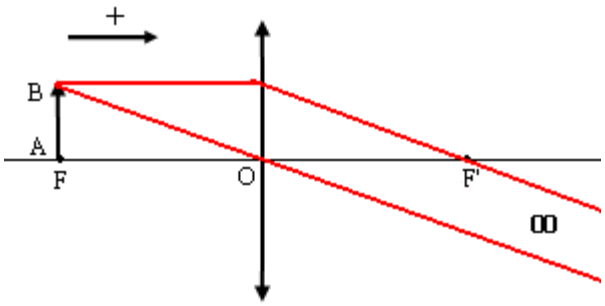
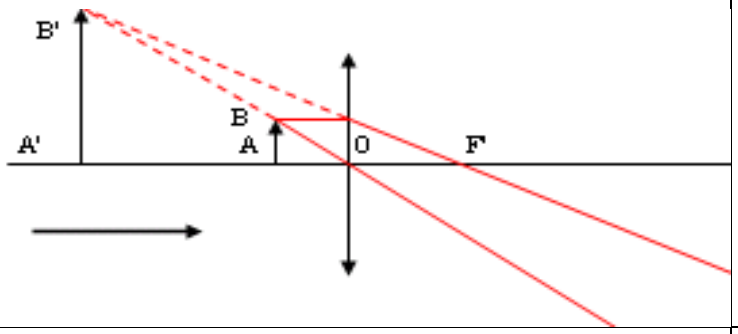
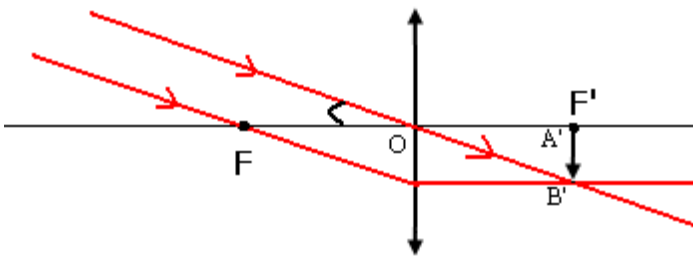
ـ الشعاع الوارد المار من البؤرة الرئيسية الشيء F يجتاز العدسة وينبثق منها موازيا للمحور البصري الرئيسي .

يتقاطع شعاعان منبثقان في النقطة الصورة B′ لنقطة الشيء B وبعملية إسقاط على المحور البصري الرئيسي نحصل على A′ .



2 ـ 2 مختلف أوضاع الصورة

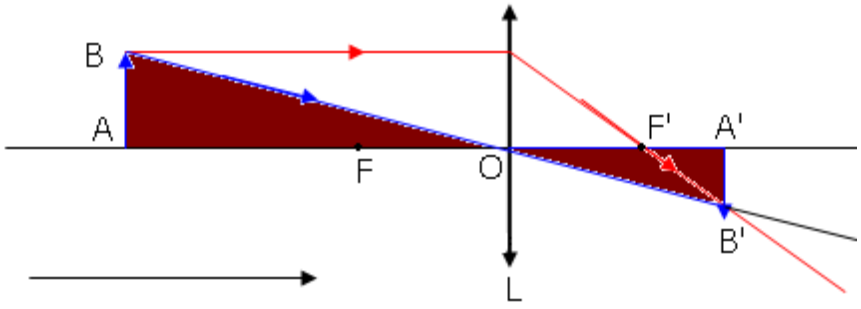
تجربة : نضع عدسة رقيقة بين الجسم المضيء والشاشة على استقامة واحدة .

مميزة الشيء	مميزة الصورة	إنشاء الصورة A′B′ للشيء AB
الشيء في الا نهاية $\overline{OA} > 2f$	الصورة أصغر من الشيء وحقيقية ، مقلوبة $f' < \overline{OA'} < 2f'$	
الشيء حقيقي $\overline{OA} = f$	تتكون الصورة في ألانهاية ووهمية	
الشيء حقيقي $\overline{OA} > f$	وهمية معتدلة وأكبر من الشيء $\overline{OA} > \overline{OA'}$	
الشيء يوجد في ألا نهاية	الصورة حقيقية ومقلوبة $\overline{OA'} = f'$	

VI ـ علاقة التوافق والتكبير .

1 ـ تكبير عدسة :

نسمي النسبة $\frac{A'B'}{AB}$ تكبير عدسة ويرمز له ب γ وهو مقدار بدون وحدة .



من خلال الشكل يلاحظ أن المثلثين متحاكين أي أن :

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

أي أن

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

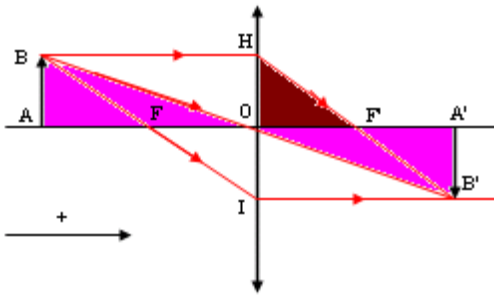
γ قيمة جبرية تمكن من معرفة طول الصورة ومنحاها :

$\gamma>0$ للصورة نفس منحى الشيء أي معتدلة .

$\gamma<0$ للصورة منحى معاكس للشيء أي مقلوبة .

$|\gamma|<1$ الصورة أصغر من الشيء .

$|\gamma|>1$ الصورة أكبر من الشيء .



2 ـ علاقة التوافق

من خلال الشكل وعلاقة التكبير يمكن أن نكتب :

$$\frac{\overline{OH}}{\overline{A'B'}}=\frac{\overline{FO}}{\overline{F'A'}} \quad \text{و} \quad \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$$

وبما أن $\overline{OH}=\overline{AB}$

$$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=\frac{\overline{F'O}+\overline{OA'}}{\overline{F'O}}=1+\frac{\overline{OA'}}{\overline{F'O}} \quad \text{أي أن} \quad \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}=\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=\frac{\overline{F'A'}}{\overline{F'O}}$$

$$\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}=1+\frac{\overline{OA'}}{\overline{OF'}} \quad \textbf{أي أن} \quad \frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{\overline{OF'}}$$

نضع $p'=\overline{OA'}$ **و** $p=\overline{OA}$ **و** $f'=\overline{OF'}$ **فتكتب العلاقة السابقة**

$$\frac{1}{p'}-\frac{1}{p}=\frac{1}{f'}$$

وتسمى هذه العلاقة بعلاقة التوافق أو علاقة ديكارت . وتطبق هذه العلاقة بالنسبة للعدسة المجمعة أو المفرقة .

فحسب الاصطلاحات السابقة :

$OF' > 0$ العدسة مجمعة

$OF' < 0$ العدسة مفرقة

$OA > 0$ الشيء وهمي

$OA < 0$ الشيء حقيقي

$OA' > 0$ الصورة حقيقية

$OA' < 0$ الصورة وهمية

3 ـ تطبيقات : تحديد المسافة البؤرية لعدسة مجمعة .

3 ـ 1 طريقة نقطتي التوافق .

النشاط التجريبي

نضع على النضد البصري ، وعلى التوالي ، العناصر التالية :

ـ الشيء المضيء F نرمز له ب AB

ـ العدسة الرقيقة المجمعة .

ـ الشاشة حيث تتكون صورة الشيء والتي نرمز لها ب A′B′

نبحث عن موضع أوضح للصورة وذلك بإزاحة الشاشة فوق النضد البصري ، ثم نسجل المسافة OA بين العدسة والشيء والمسافة OA′ بين العدسة والشاشة .

نغير المسافة OA ونبحث ، بنفس الطريقة ، على المسافة OA′ وفي كل حالة نقيس طول الصورة A′B′ .

نربط النضد البصري بنظمة محورين $(O,\vec{i},\vec{j})$ بحيث أن المحور $(O,\vec{i})$ مطابقا للمحور البصري وموجها في منحى انتشار الضوء و $(O,\vec{j})$ محورا رأسيا موجها نحو الأعلى .

نملأ الجدول التالي :

$\overline{OA}(cm)$	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40
$\overline{OA'}(cm)$	41	43	45,5	49,5	55,5	69	103
$\overline{A'B'}(cm)$	0,80	1,00	1,15	1,45	2,00	2,80	4,60

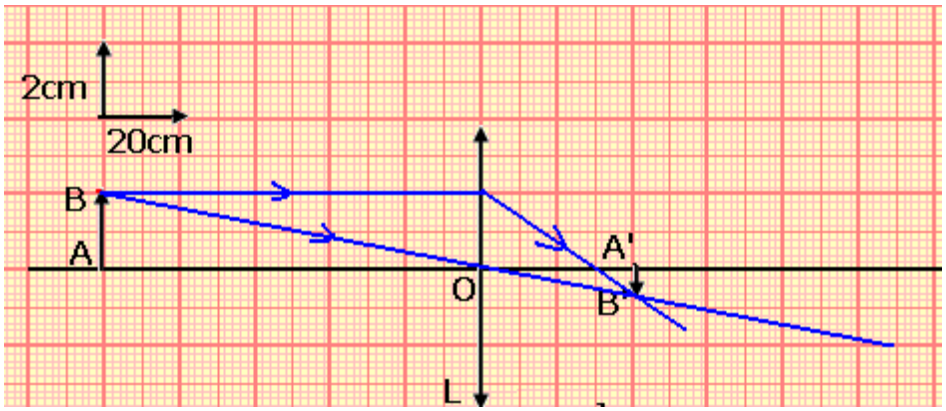
1 ـ مثل تبيانة التركيب التجريبي مبرزا السلم المعتمد بالنسبة للمحور البصري الرئيسي .

2 ـ مثل منحنى تغيرات $\frac{1}{\overline{OA'}}$ بدلالة $\frac{1}{\overline{OA}}$ ثم تحقق من أن المنحنى المحصل عليه خطي .

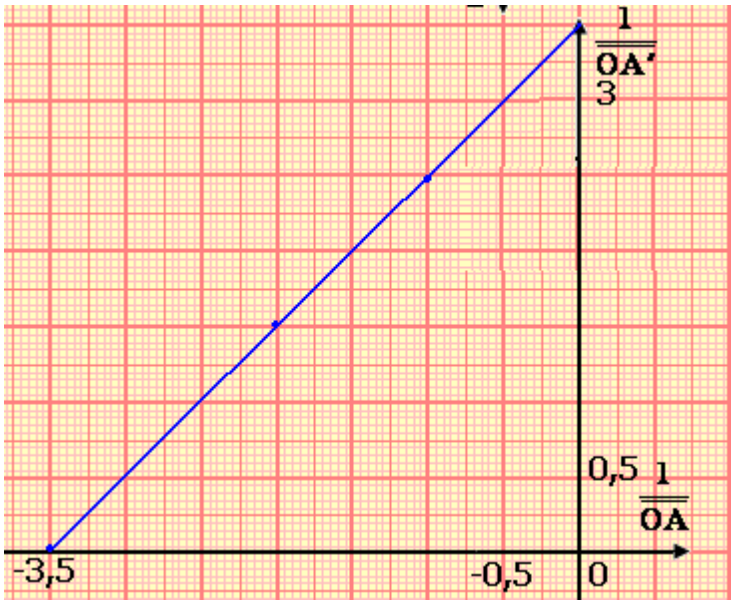
3 ـ عين ، مبيانيا ، قيمة المعامل الموجه لهذا المنحنى وكذا قيمة الأرتوب الموافق لأصل الأفاصيل . ماذا تستنتج ؟

4 ـ أحسب المسافة البؤرية للعدسة .

R



التمثيل المبياني :

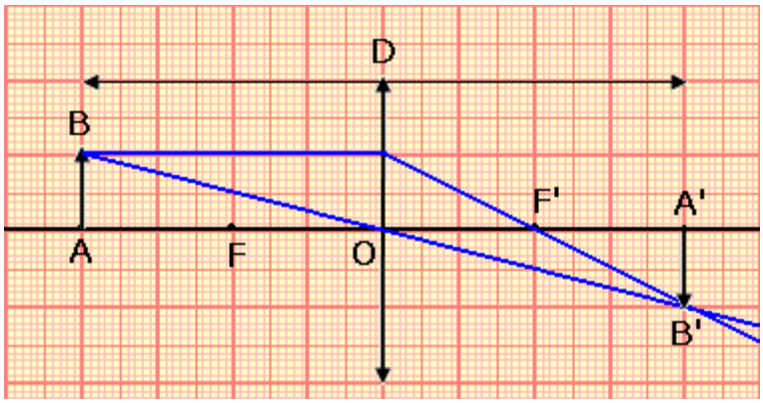


من التمثيل المبياني نستنتج المسافة البؤرية f′ وذلك بتمديد المنحنى المحصل عليه حتى يتقاطع مع محور الأفاصيل في نقطة أفصولها يساوي $\frac{1}{f'}$ وحسب الشكل

$$\frac{1}{f'} = 3,5 \Rightarrow f' = 0,28m$$

الطريقة الثانية وهي طريقة سيلبيرمان Silbermann .

حسب علاقة التوافق نبين أنه إذا كانت $\overline{OA} = -2f' \Rightarrow \overline{OA'} = 2f$ فتكون الصورة حقيقية ومقلوبة ومتقايسة مع الشيء .



لدينا حسب الشكل أن :

D=4f′ وبالتالي $f' = \frac{D}{4}$

تمرين تطبيقي : المكبرة

المكبرة هي عبارة عن عدسة رقيقة مجمعة ذات مسافة بؤرية صغيرة (بضع سنتميترات) ، وهي أداة تعطي لشيء دقيق صورة مكبّرة .

توجد عين ملاحظ عند نقطة P ، وترى شيئا AB طوله 10mm . لكي يشاهد الملاحظ الشيء AB بشكل أفضل استعمل عدسة رقيقة مجمعة قوتها 10δ ومركزها البصري O كمكبرة .

1 ـ أحسب المسافة البؤرية f′ للعدسة .

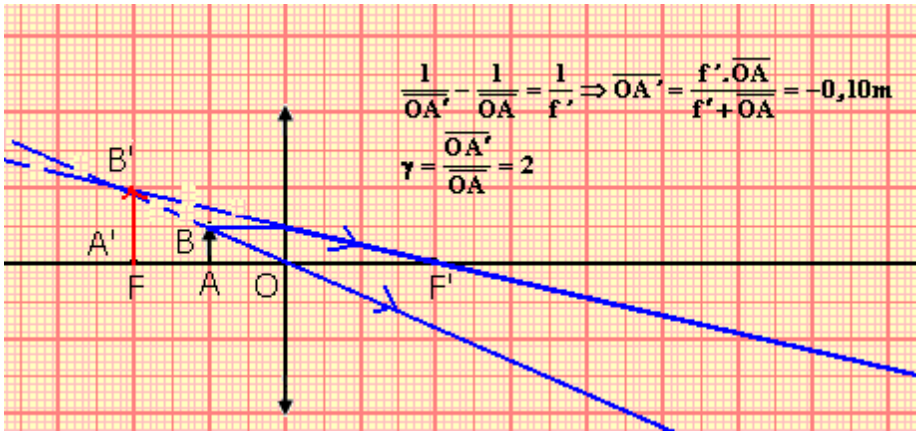
2 ـ يجعل الملاحظ العدسة على بعد 5cm من AB .

أ ـ أحسب قيمة OA′ موضع الصورة A′B′ المحصل عليها بواسطة العدسة .

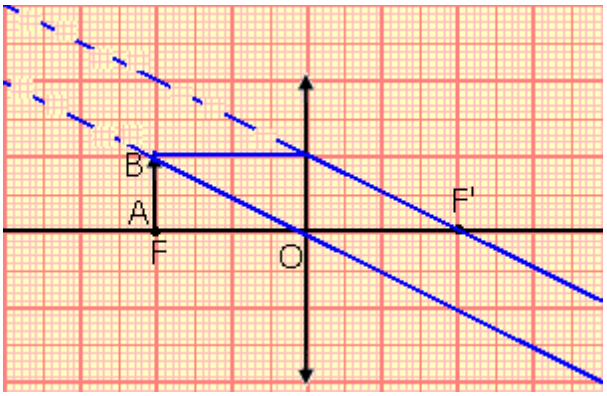
ب ـ أحسب γ تكبير العدسة واستنتج طول الصورة A′B′ .

ج ـ أنجز الإنشاء الهندسي ، مستعملا السلم الحقيقي ، للصورة A′B′ المحصل عليها بواسطة العدسة ، ثم تحقق من القيم السابقة .

3 ـأين ينبغي على الملاحظ وضع المركز البصري للعدسة لكي تكون الصورة A′B′ في الا نهاية ؟ ما الفائدة من هذه الوضعية بالنسبة للملاحظ ؟



لكي تكون الصورة في ألا نهاية نضع الشيء AB في البؤرة الرئيسية الشيء أي أن OA=f



الحصول على حزمة ضوئية متوازية ـ منار بحري .