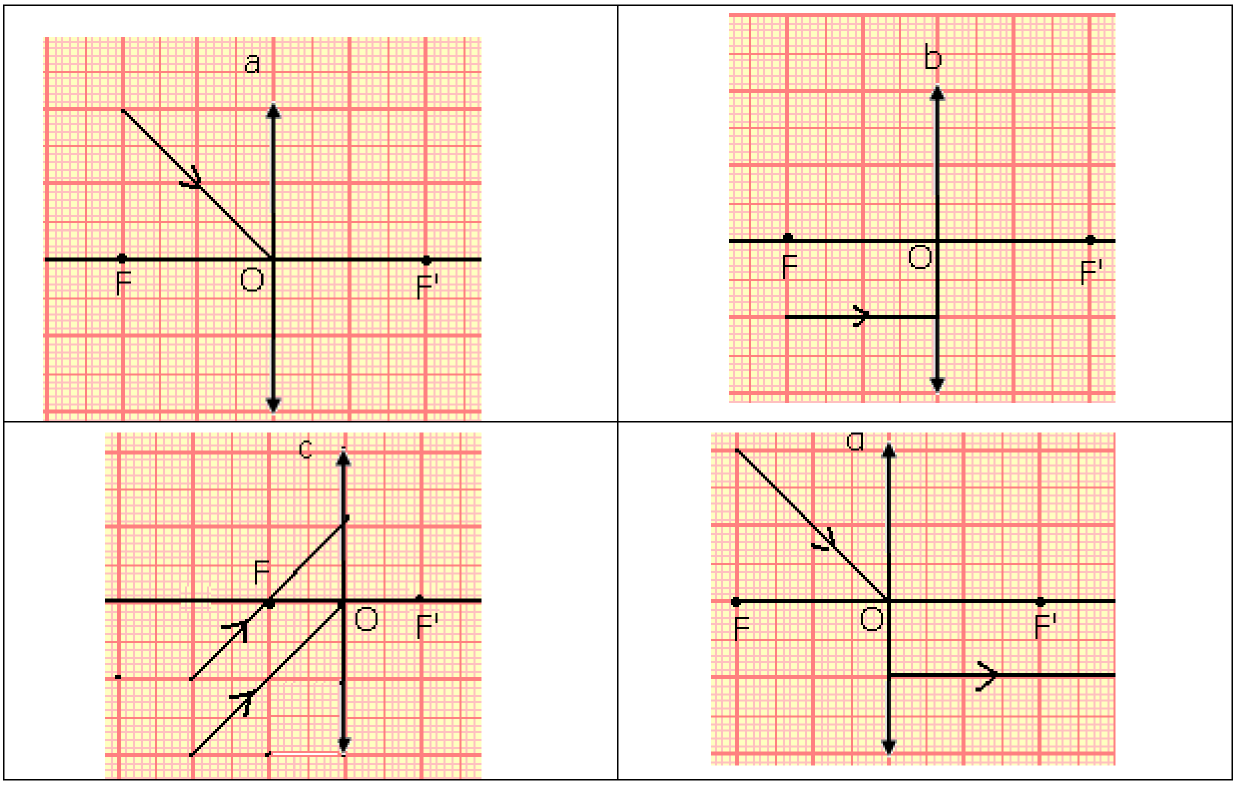
البصريات : السلسلة 3
الصورة المحصل عليها بواسطة عدسة رقيقة ومجمعة .

<u>تمرين 1</u>

أنقل الأشكال التالية على دفترك وأتمم رسم مختلف الأشعة الضوئية:



<u>تمرين2</u>

أحسب بالسنتمتر المسافة البؤرية لعدسة رقيقة مجمعة (L_1) قوتها $5,0\delta$.

نعتبر عدسة رقيقة مجمعة (L_2) ذات مسافة بؤرية 5,0cm . أي من العدستين ، (L_1) أم (L_2) لها قدرة أكبر على تجميع الأشعة الضوئية ؟ علل جوابك .

<u>تمرين3</u>

نعتبر عدسة مجمعة قوتها $C=12,5\delta$.

1 ــ أحسب المسافة البؤرية للعدسة .

2 ــ مثل العدسة المجمعة والبؤرتين F و F′ بالسلم 1/2 .

3 ــ بالاعتماد على أشعة خاصة أنشء هندسيا الصورة $A'B'$ لشيء ضوئي طوله 2cm ويبعد عن مركز العدسة ب 12cm ثم أستنتج موضع وطول الصورة .

4 ــ تحقق حسابيا من القيم المحصل عليها هندسيا .

<u>تمرين4</u>

بواسطة عدسة مجمعة مسافتها البؤرية $f'=15cm$ نريد الحصول على صورة متكونة على شاشة ، وطولها ضعف طول الشيء . نعتبر $\overline{OA}$ القياس الجبري لموضع الشيء و $\overline{OA'}$ القياس الجبري لموضع الصورة . ونعتبر أصل المحور هو منحى انتشار الضوء .

R

1 ــ حدد إشارة كل من $\overline{OA'}$ و $\overline{OA}$.
2 ــ أستنتج معادلتين : الأولى تعطي $\overline{OA}$ بدلالة f′ ، والثانية $\overline{OA'}$ بدلالة f′ .
3 ــ أحسب $\overline{OA'}$ و $\overline{OA}$.
4 ــ تحقق من القيمتين السابقتين هندسيا .

<u>تمرين 5</u>

نريد قياس المسافة البؤرية لعدسة مجمعة باستعمال طريقة بيسل (Bessel) . لهذا الغرض نأخذ عدسة مجمعة مركزها البصري O ، ونوجه محورها البصري في نفس منحى انتشار الضوء وهو المنحى الموجب ، نعتبر O هو أصل المحور .

يوجد شيء AB متعامد مع هذا المحور في النقطة A ذات الأفصول x حيث $\overline{OA} = x$ ، A′B′ هي صورة الشيء AB بواسطة العدسة المجمعة ، x′ تمثل أفصول النقطة A′ حيث $\overline{OA'} = x'$. في هذه الحالة تم اختيار موضع مناسب للشيء بحيث تتكون الصورة على الشاشة .

لنعتبر D هي المسافة بين الشيء والشاشة .
1 ــ بين أن D=x-x′ .
2 ــ أكتب علاقة التوافق بالنسبة للعدسة المجمعة .
3 ــ أكتب معادلة من الدرجة الثانية يمكن من خلالها حساب x′ بدلالة f′ و D .
4 ــ أبحث عن حل هذه المعادلة عندما تكون D>4f′ . أعط الحلول الممكنة x_1 و x_2 للمعادلة .
5 ــ استنتج وجود موضعين للعدسة يمكنا من الحصول على الصورة A′B′ .
6 ــ أحسب المسافة d الفاصلة بين الموضعين ، واستنتج صيغة بيسل $f' = \frac{(D^2 - d^2)}{4D}$
7 ــ من خلال تجربة على عدسة مجمعة نجد D=40cm و d=25cm . أحسب f′ .

<u>تمرين6</u>

تعطي عدسة مجمعة وضعت فوق نضد بصري لشيء AB متعامد مع محورها البصري في النقطة A صورة A′B′ مقلوبة ولها نفس طول الشيء AB=5cm .
المسافة الفاصلة بين النقطتين A و A′ تساوي 40cm .
1 ــ أنجز الإنشاء الهندسي بالسلم 1/5 وحدد موضع مركز العدسة وبؤرتيها F و F′ .
2 ــ استنتج المسافة البؤرية .
3 ــ أحسب تكبير العدسة .
4 ــ ما هي العلاقة بين AA′ و f′ عندما يكون طول الشيء يساوي طول الصورة ؟
استنتج طريقة تجريبية لتحديد المسافة البؤرية لعدسة مجمعة (طريقة سيلبرمان)

<u>تمرين 7</u>

تعطي عدسة مجمعة (L) صورة معتدلة بالنسبة للشيء .
الشيء AB متعامد مع المحور البصري في النقطة A . وطول الصورة يساوي ثلاثة أضعاف طول الشيء .
نعطي : $\overline{A'B'} = 3cm , \overline{AB} = 1cm , \overline{A'F'} = 9cm$
1 ــ ضع الصورة A′B′ وبين على المحور البؤرة الصورة F′ ، استعمل السلم الحقيقي .
2 ــ بالاعتماد على أشعة خاصة ، حدد موضع العدسة ثم استنتج المسافة البؤرية f′ للعدسة .
3 ــ حدد هندسيا موضع الشيء AB .

تصحيح تمارين حول العدسة الرقيقة المجمعة

تمرين 2

حساب المسافة البؤرية لعدسة (L_1) : $C_1 = 5,0\delta$

$$C_1 = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow f'_1 = \frac{1}{C_1}$$

$$f'_1 = 0,20m$$

حساب قوة العدسة (L_2) : $f'_2=0,05m$

$$C_2 = \frac{1}{f'_2}$$

$$C_2 = 20\delta$$

العدسة التي لها أكبر قدرة على تجميع الأشعة الضوئية تكون مسافتها البؤرية أصغر [أ] قريبة من المركز البصري أي كذلك لها قوة أكبر :

بما أن $C_1 < C_2$ إذن فالعدسة L_2 لها قدرة أكبر على تجميع الأشعة الضوئية .

تمرين 3

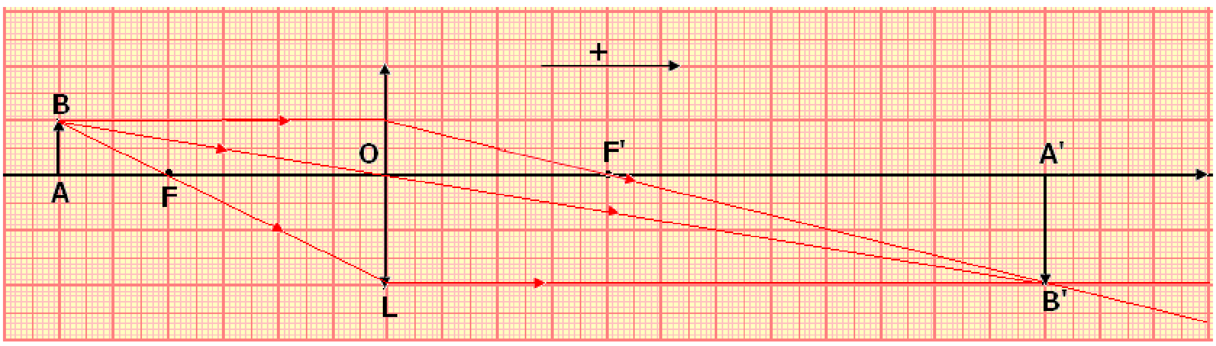
نعتبر عدسة مجمعة قوتها $C = 12,5\delta$

1 ــ المسافة البؤرية للعدسة :

$$C = \frac{1}{f'} \Rightarrow f' = \frac{1}{C}$$

$$f' = 0,08m$$

2 ــ الإنشاء الهندسي



من خلال الشكل يتبين أن طول الصورة $A'B'=4cm$ وموضع الصورة : $OA'=24cm$.

4 ــ التحقق الحسابي :

حسب علاقة التوافق والتكبير :

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

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{f'\times\overline{OA}}{f'+\overline{OA}} = 0,24m$$

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \overline{AB}\times\frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 0,04m$$

تمرين 4

ملاحظة : أن معطيات التمرين لم تحدد طبيعة الصورة $A'B'$ لهذا يجب أن نتناول التمرين بصفة عامة ونجيب عن الأسئلة بالنسبة لكل حالة .

حسب علاقة التوافق لدينا : $\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x}$ وحسب علاقة التكبير لدينا

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

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x} \Rightarrow f' = \frac{xx'}{x + x'}$$

$$*x = \frac{x'}{\gamma} \Rightarrow f' = \frac{\frac{x'^2}{\gamma}}{\frac{x'}{\gamma} - x'} = \frac{x'}{1-\gamma}$$

$$x' = (1-\gamma)f' \quad (1)$$

$$*x' = \gamma x$$

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{\gamma x} - \frac{1}{x} \Rightarrow f' = \frac{\gamma x}{1-\gamma} \Rightarrow x = \frac{f'(1-\gamma)}{\gamma} \quad (2)$$

الحالة الأولى: الصورة $A'B'$ مقلوبة و $f' = 0,15m$ أي أن $\gamma = -2$

حساب x و x'

$$x = \overline{OA} = -0,225m$$

$$x' = \overline{OA'} = 0,45m$$

$\overline{OA} < 0$ لأن الشيء حقيقي

$\overline{OA'} > 0$ لأن الصورة حقيقية .

الحالة الثانية : إذا كانت الصورة $A'B'$ معتدلة وتساوي مرتين AB فإن $\gamma = +2$

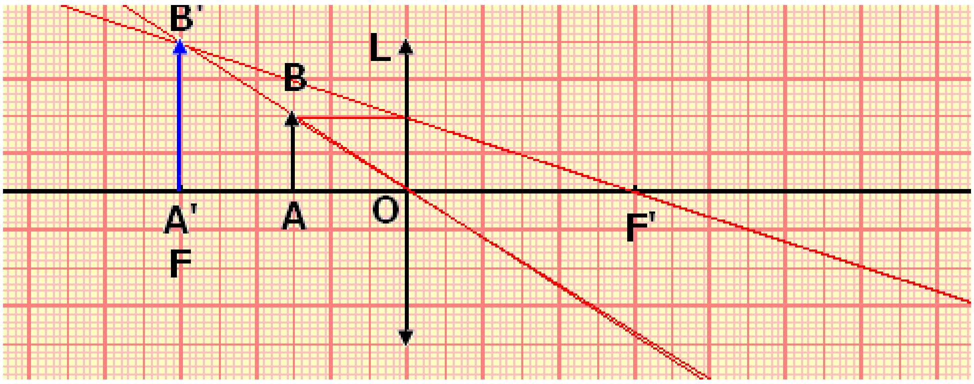
$$x = \overline{OA} = -0,075m$$

$$x' = \overline{OA'} = -0,150m$$

1 ـ $\overline{OA} < 0$ لأن الشيء حقيقي

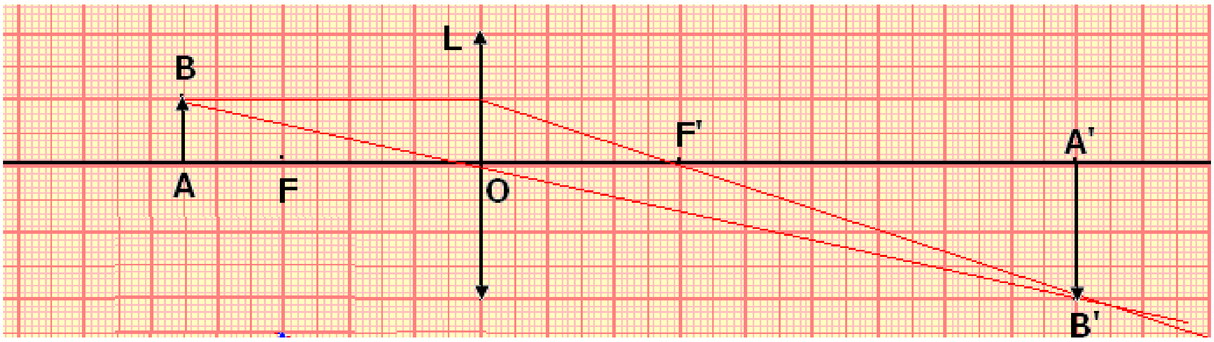
$\overline{OA'} > 0$ لأن الصورة وهمية توجد في مجال الشيء .

التحقق من القيم بالإنشاء الهندسي :

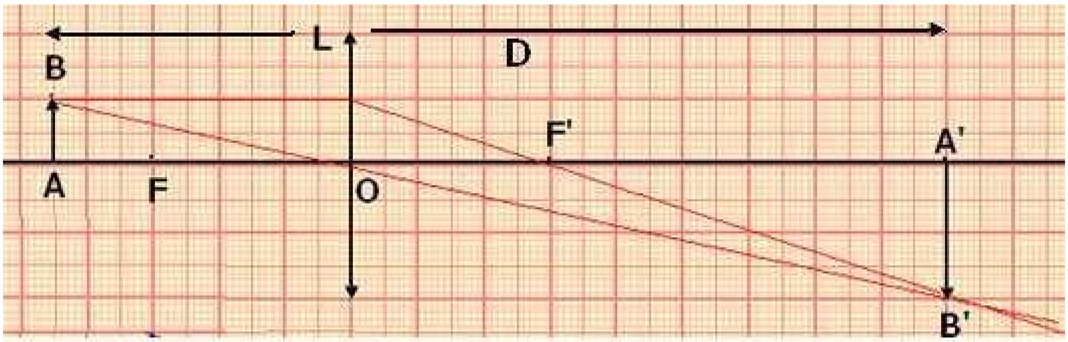


الحالة الثانية

الحالة الأولى



تمرين 5



1 ــ من خلال الشكل أعلاه يتضح أن

$$\overline{AA'} = \overline{AO} + \overline{OA'}$$
$$\overline{OA'} = x', \overline{OA} = x$$
$$D = \overline{AA'} = x' - x$$

2 ــ علاقة التوافق والتكبير :

$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x} \quad et \; x = x' - D$$
$$\frac{1}{f'} = \frac{1}{x'} - \frac{1}{x' - D} \Rightarrow x'^2 - x'D + f'D = 0$$

4 ــ حل المعادلة من الدرجة الثانية :

$$x'^2 - x'D + f'D = 0 \Rightarrow \Delta = D^2 - 4f'D$$

لكي يوجد حلا لهذه المعادلة يجب أن تكون

$$\Delta > 0 \Rightarrow D^2 - 4f'D \geq 0$$
$$D - 4f' \geq 0$$

وفي هذه الحالة يكون تعبير الجذرين :

$$x'_1 = \frac{D\left(1 + \sqrt{1 - \frac{4f'}{D}}\right)}{2}, x'_2 = \frac{D\left(1 - \sqrt{1 - \frac{4f'}{D}}\right)}{2}$$

5 ــ بما أن المعادلة لها حلين فإن العدسة يمكن أن توجد في موضعين يمكنا من الحصول على الصورة $A'B'$ لأن x'_1 و x'_2 مختلفين ويرافقهما موضعين للشيء هما :

$$x_1 = x'_1 - D$$
$$x_2 = x'_2 - D$$

بحيث أن موضعا العدسة هما O_1 و O_2 .

6 ـ المسافة الفاصلة بين الموضعين للعدسة هي :

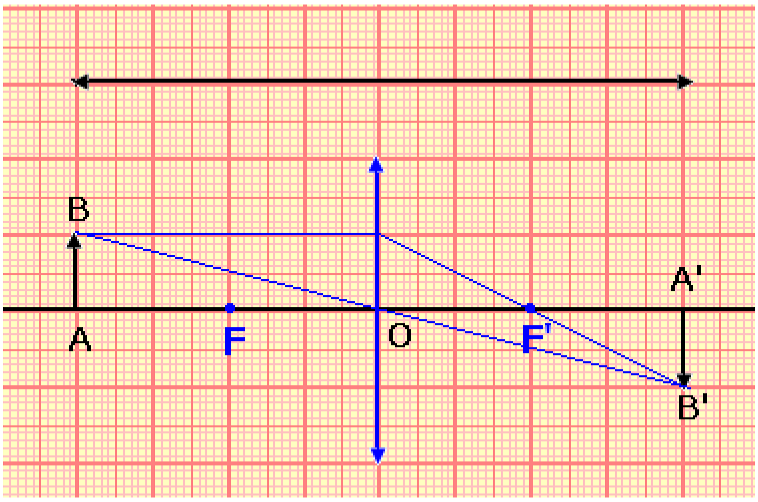
$$d = \left|\overline{O_1O_2}\right| = \left|\overline{O_1A'} + \overline{A'O_2}\right| = \left|\overline{O_1A'} - \overline{O_2A'}\right| = \left|x'_1 - x'_2\right|$$

من خلال نتائج السؤال السابق نستنتج أن :

$$d = \sqrt{D^2 - 4Df'} \Rightarrow d^2 = D^2 - 4Df'$$

$$f' = \frac{d^2 - D^2}{4D}$$

تمرين 6



من خلال الشكل المسافة البؤرية :

$$f' = 20cm$$

تكبير العدسة هو : $\gamma = 1$

يلاحظ من خلال الشكل أن

$$AA' = 4f'$$

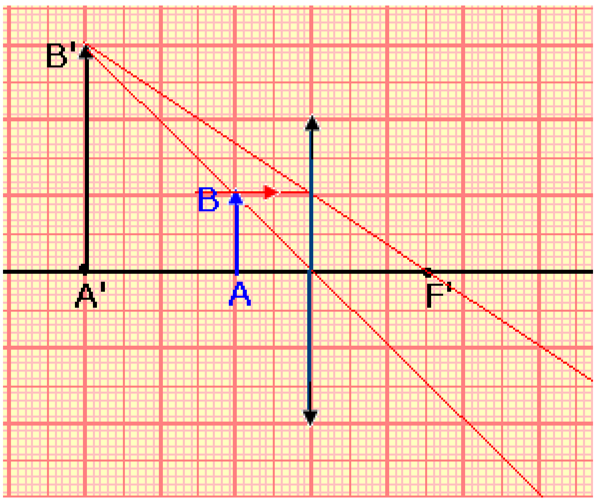
الطريقة أنظر الدرس (طريقة سيلبريمان)

تمرين 7

1 ـ نطبق علاقة التوافق والتكبير بالنسبة للعدسة المجمعة :

$$\frac{1}{\overline{OF'}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$$ وحسب علاقة التكبير لدينا $$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = 3 \Rightarrow \overline{OA'} = 3\overline{OA}$$

نعوض في علاقة التوافق فنحصل على :



$$\overline{OF'} = -\frac{3}{2}\overline{OA}$$

$$\overline{OF'} = \overline{OA'} + \overline{A'F'} \Rightarrow \overline{OF'} = 3\overline{OA} + \overline{A'F'}$$

$$\overline{OA} = -\frac{2}{9}\overline{A'F'} = -2cm$$

$$\overline{OA'} = -6cm$$

المسافة البؤرية الصورة هي $OF'=3cm$