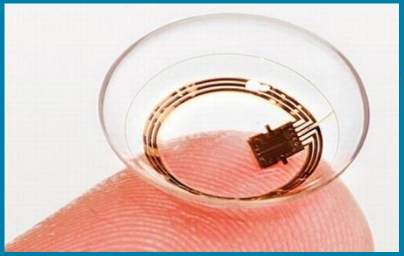
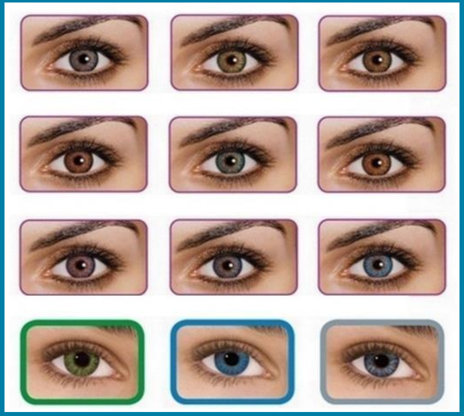




Département de Physique

Filière SMPC : Semestre 2

Association de Lentilles

Abdelhai Rahmani

Année universitaire 2019-2020

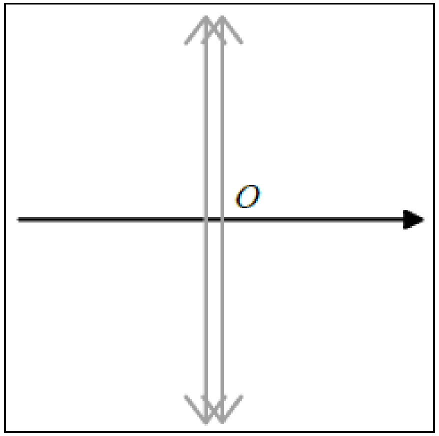
جامعة مولاي إسماعيل
UNIVERSITÉ MOULAY ISMAÏL
كلية العلوم
FACULTÉ DES SCIENCES

Lentilles minces accolées:

Pour former un doublet accolé, il suffit de coller deux lentilles l'une contre l'autre. On peut alors estimer que les deux centres optiques sont approximativement confondus.

Un rayon lumineux frappe d'abord la première lentille (L_1) qui donne d'un objet *AB*, réel ou virtuel, une image A_1B_1, réelle ou virtuelle. La position de cette image est donnée par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{0A_1}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f_1'}=V_1$$



Le rayon lumineux frappe ensuite la deuxième lentille (L_2) l'image A_1B_1 sert d'objet, éventuellement virtuel, pour la lentille (L_2) qui donne l'image finale A'B'. La position de cette image est donnée par la relation de conjugaison:

$$\frac{1}{\overline{0A'}}-\frac{1}{\overline{OA_1}}=\frac{1}{f_2'}=V_2$$

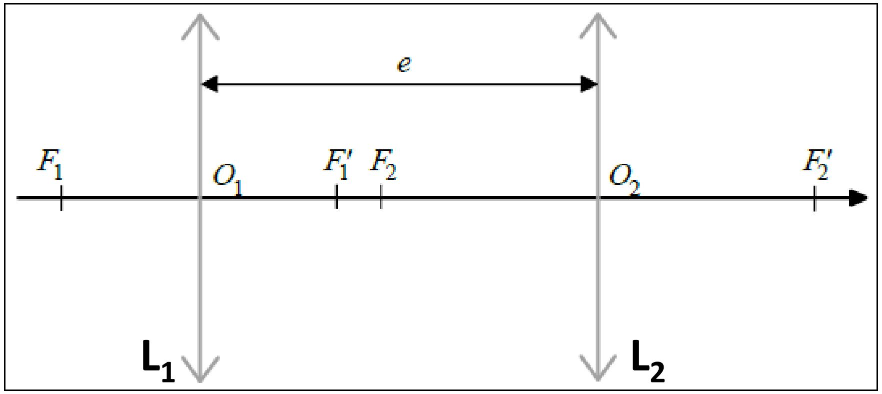
En additionnant, membre à membre, ces deux relations, nous obtenons la relation suivante :

$$\frac{1}{\overline{0A'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=\frac{1}{f_1'}+\frac{1}{f_2'}=V_1+V_2$$

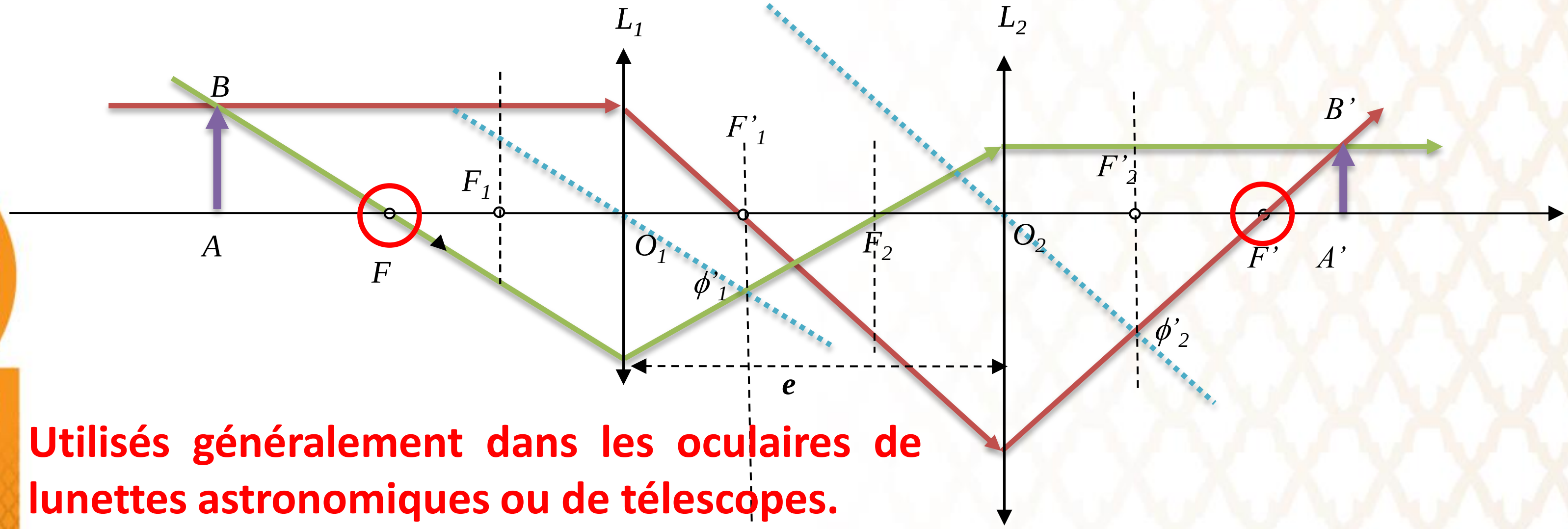
Une association de lentilles minces accolées est donc équivalente à une lentille mince de centre optique *O* et dont la vergence est la somme des vergences accolées

Pr. Abdelhai RAHMANI Département de Physique FS-UMI
a.rahmani@flsh.umi.ac.ma

Un doublet est une association de deux lentilles séparées par une distance e non nulle.



Contrairement à un système de lentilles accolées, un doublet n'est pas équivalent à une lentille mince, c'est un système épais. Cependant, c'est un système centré dont nous pouvons chercher les foyers.



Utilisés généralement dans les oculaires de lunettes astronomiques ou de télescopes.

Pr. Abdelhai RAHMANI Département de Physique FS-UMI
a.rahmani@flsh.umi.ac.ma

La définition des foyers d'un système centré est toujours la même.

Pour le foyer image : $\boxed{A_\infty \xrightarrow{(Doublet)} F'}$ et pour le foyer objet : $\boxed{F \xrightarrow{(Doublet)} A'_\infty}$

Foyer image

La première lentille donne d'un point objet situé { l'infini sur l'axe optique un point image situé en son foyer image : $A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F'_1$

La deuxième lentille donne donc du point objet F'_1 un point image situé en F', ce qui permet de préciser le diagramme de définition du foyer image du doublet :

$$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F'_1 \xrightarrow{(L_2)} F'$$

La relation de conjugaison, appliquée à la deuxième lentille, permet de situer le foyer image F' du doublet : $\frac{1}{\overline{O_2F'}} - \frac{1}{\overline{O_2F_1'}} = \frac{1}{\overline{O_2F_2'}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2F'}} = \frac{1}{\overline{O_2F_1'}} + \frac{1}{\overline{O_2F_2'}}$

$$avec\ \overline{O_2F_1'} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F_1'} = \overline{O_1F_1'} - \overline{O_1O_2} = f_1' - e$$

Pr. Abdelhai RAHMANI Département de Physique FS-UMI
a.rahmani@flsh.umi.ac.ma

Foyer objet

Le diagramme complet de définition du foyer objet du doublet se présente maintenant de cette façon : $F \xrightarrow{(L_1)} ? \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$

La deuxième lentille donne d'un point objet situé en son foyer objet un point image situé à l'infini sur l'axe. Donc, le point d'interrogation est en fait le foyer objet de la deuxième lentille : $F \xrightarrow{(L_1)} F_2 \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$

La relation de conjugaison de Descartes, appliquée à la première lentille, permet de situer le foyer objet F du doublet :

$$\frac{1}{\overline{0_1F_2}} - \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{\overline{0_1F_1^{'}}} \Rightarrow \frac{1}{\overline{0_1F}} = \frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{\overline{0_1F_1^{'}}}$$

$$avec\ \overline{\mathrm{O}_1F_2} = \overline{\mathrm{O}_1O_2} + \overline{\mathrm{O}_2F_2} = \overline{\mathrm{O}_1O_2} - \overline{\mathrm{O}_2F_2^{'}} = e - f_2^{'}$$

Lorsque les foyers sont rejetés à l'infini, le doublet est dit afocal.

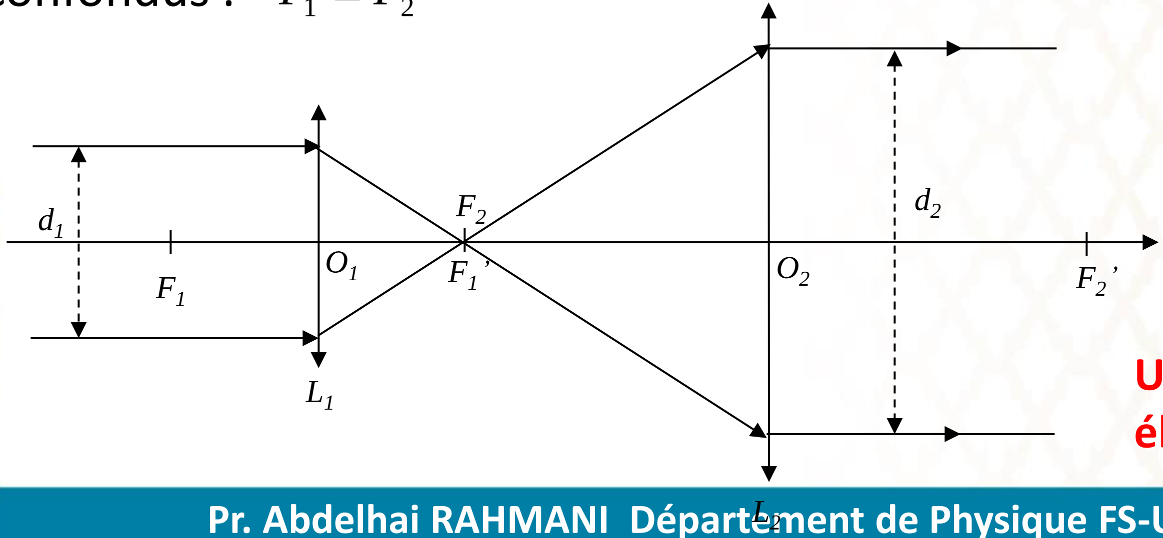
Le diagramme de définition du foyer image devient :

$$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F'_1 \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$$

tandis que le diagramme de définition du foyer objet devient :

$$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F_2 \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$$

La comparaison de ces deux diagrammes permet de conclure que F'1 et F2 doivent être confondus : $F_1' \equiv F_2$



$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\left|\overline{O_2F'_2}\right|}{\left|\overline{O_1F'_1}\right|}$$

Utilisé généralement comme élargisseur de faisceau.

Pr. Abdelhai RAHMANI Département de Physique FS-UMI
a.rahmani@flsh.umi.ac.ma

Lorsque les foyers sont rejetés à l'infini, le doublet est dit afocal.

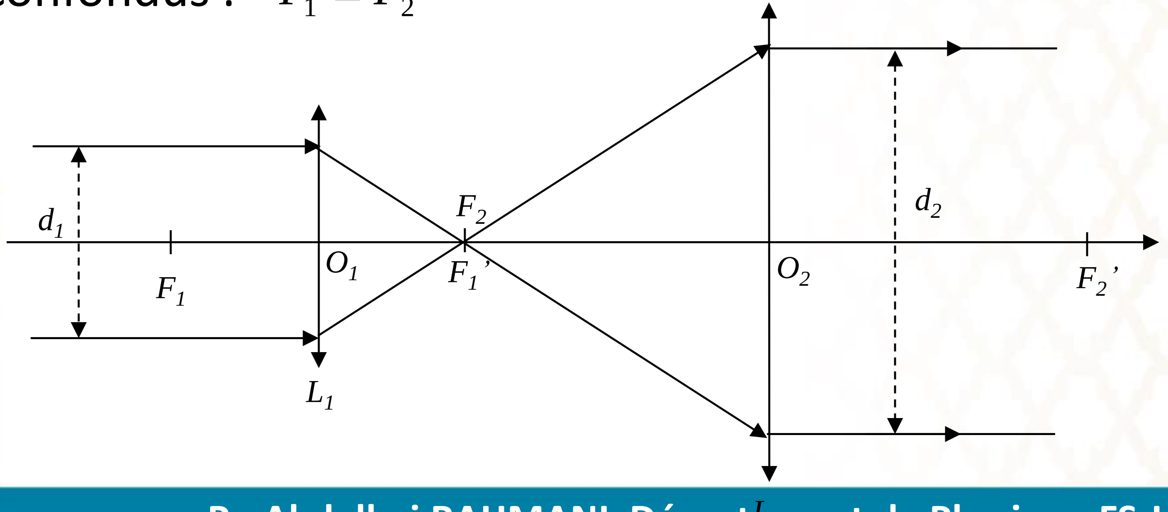
Le diagramme de définition du foyer image devient :

$$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F'_1 \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$$

tandis que le diagramme de définition du foyer objet devient :

$$A_\infty \xrightarrow{(L_1)} F_2 \xrightarrow{(L_2)} A'_\infty$$

La comparaison de ces deux diagrammes permet de conclure que F'1 et F2 doivent être confondus : $F_1' \equiv F_2$



$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{\left|\overline{O_2F'_2}\right|}{\left|\overline{O_1F'_1}\right|}$$

Pr. Abdelhai RAHMANI Département de Physique FS-UMI
a.rahmani@flsh.umi.ac.ma

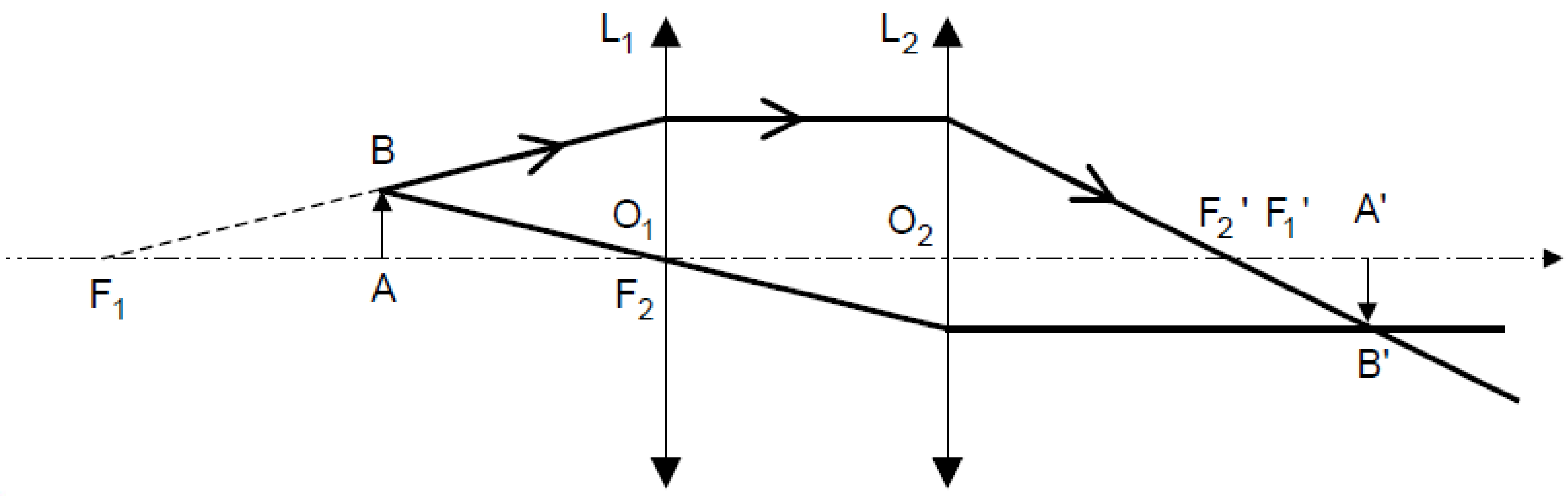
On considère l'association de deux lentilles convergente L_1 et L_2.

1. **Construire géométriquement l'image A'B' de l'objet AB (de hauteur l=1cm et placé à 4 cm devant O_1) à travers le système optique (L_1+L_2) où $f_1' = 2f_2' = 8cm$ et $O_1O_2=4cm$.**
2. **Déterminer la position de l'image A'B'**
3. **Exprimer le grandissement de ce montage,**

On considère l'association d'une lentille divergente L_1 et d'une lentille convergente L_2 accolée à L_1

1. **Construire géométriquement l'image A'B' de l'objet AB (placé à 16 cm devant O_1) à travers le système optique décrit sur la figure, où $f_1'=-2f_2'=-8cm$ et $O_1O_2 = 0cm$.**
2. **Déterminer la position de l'image A'B'**
3. **Exprimer le grandissement de ce montage,**

$AB = 1cm$, $O_1A = 4$, $f_1' = O_1F_1' = 8cm$, $f_2' = O_2F_2' = 4cm$ et $O_1O_2 = 4cm$.



Le diagramme de définition de l'image A'B' de l'objet AB à travers le doublet (L_1,L_2) se présente comme suit :

$$A \xrightarrow{(L_1)} A_0 \xrightarrow{(L_2)} A'$$

Pour une construction à l'échelle, on mesure $\overline{O_2A'} = 6\,\text{cm}$.
La position de l'image A_0 de A par la lentille L_1 est donnée par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_0}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1}.$$

On en déduit : $\overline{O_1A_0} = -8\,\text{cm}$.
La position de l'image A' de A_0 par la lentille L_2 est donnée par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{O_2A'}} - \frac{1}{\overline{O_2A_0}} = \frac{1}{f'_2}.$$

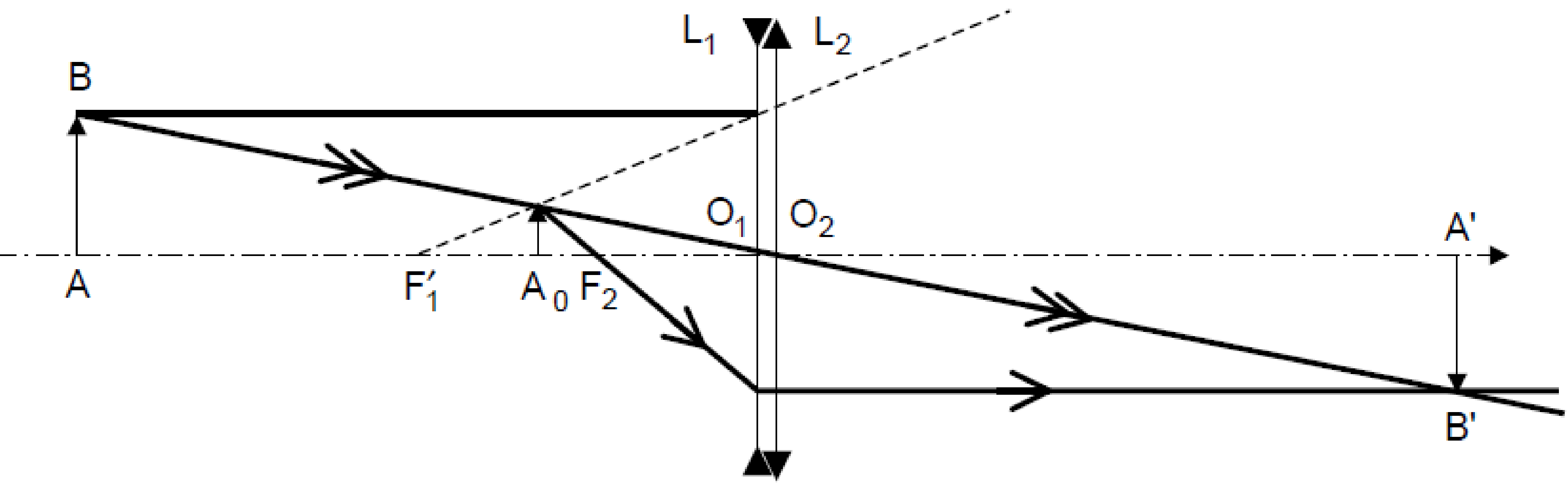
Sachant que $\overline{O_2A_0} = -12\,\text{cm}$ on déduit $\overline{O_2A'} = 6\,\text{cm}$.
Le grandissement s'écrit :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{A_0B_0}}\frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{AB}} = \gamma_2\,\gamma_1.$$

Avec $\gamma_2 = -0{,}5$ et $\gamma_1 = 2$, on obtient :

$$\gamma = -1.$$

$O_1A = 16$ cm, $f_1' = O_1F_1' = -8$cm, $f_2' = O_2F_2' = 4$cm et $O_1O_2 = 0$cm.



Le diagramme de définition de l'image A'B' de l'objet AB à travers le doublet (L_1,L_2) se présente comme suit :

$$A \xrightarrow{(L_1)} A_0 \xrightarrow{(L_2)} A'$$

On commence par déterminer la position de l'image A_0 de A par la lentille L_1, puis on construit l'image A' de A_0 par la lentille L_2. Les lentilles sont accolées et donc $O_1 \equiv O_2 \equiv O$.

Pour une construction à l'échelle, on mesure $\overline{OA'} = 16\,\text{cm}$.
La position de l'image A_0 de A par la lentille L_1 est donnée par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA_0}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_1}.$$

La position de l'image A' de A_0 par la lentille L_2 est donnée par la relation de conjugaison :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA_0}} = \frac{1}{f'_2}.$$

En sommant ces deux relations, on obtient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_2} + \frac{1}{f'_1}$$

On déduit $\overline{OA'} = 16\,\text{cm}$.
Le grandissement s'écrit :

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

Donc γ = -1