

Correction T.D. 3 : Optique

Exercice 1 : C.C.1 2018-2019

1. Un dioptre est une surface qui sépare deux milieux transparents d'indices de réfraction différents
2. Ce dioptre sphérique est convexe
3. Ce dioptre est convergent car son centre C se trouve dans le milieu le plus réfringent (le milieu d'indice de réfraction plus grand)
4. Loi de Snell-Descartes :

$$n_{air} \sin i_1 = n \sin i_1'$$

$$\text{L'angle limite pour } i_1 = \frac{\pi}{2} \Rightarrow 1 \sin \frac{\pi}{2} = 1.5 \sin i_{lim}'$$

$$\Rightarrow i_{lim}' = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.5}\right) = 41.8^\circ$$

5. La relation de conjugaison pour un dioptre sphérique (DS) :  
Soit A un objet et A' son image à travers le DS.

$$\frac{n}{SA'} - \frac{1}{SA} = \frac{n-1}{SC} \quad \Rightarrow \quad \frac{n}{SA'} - \frac{1}{SA} = \frac{n-1}{R}$$

6. Positions des Foyers :

- F le foyer objet :  $A' \rightarrow \infty$  ;  $A \equiv F$  :  $\overline{SF} = -\frac{R}{n-1}$

- F' le foyer image :  $A \rightarrow \infty$  ;  $A' \equiv F'$  :  $\overline{SF'} = \frac{nR}{n-1}$

7. Application numérique :

$$f = \overline{SF} = -20cm \quad \text{et} \quad f' = \overline{SF'} = 30cm$$

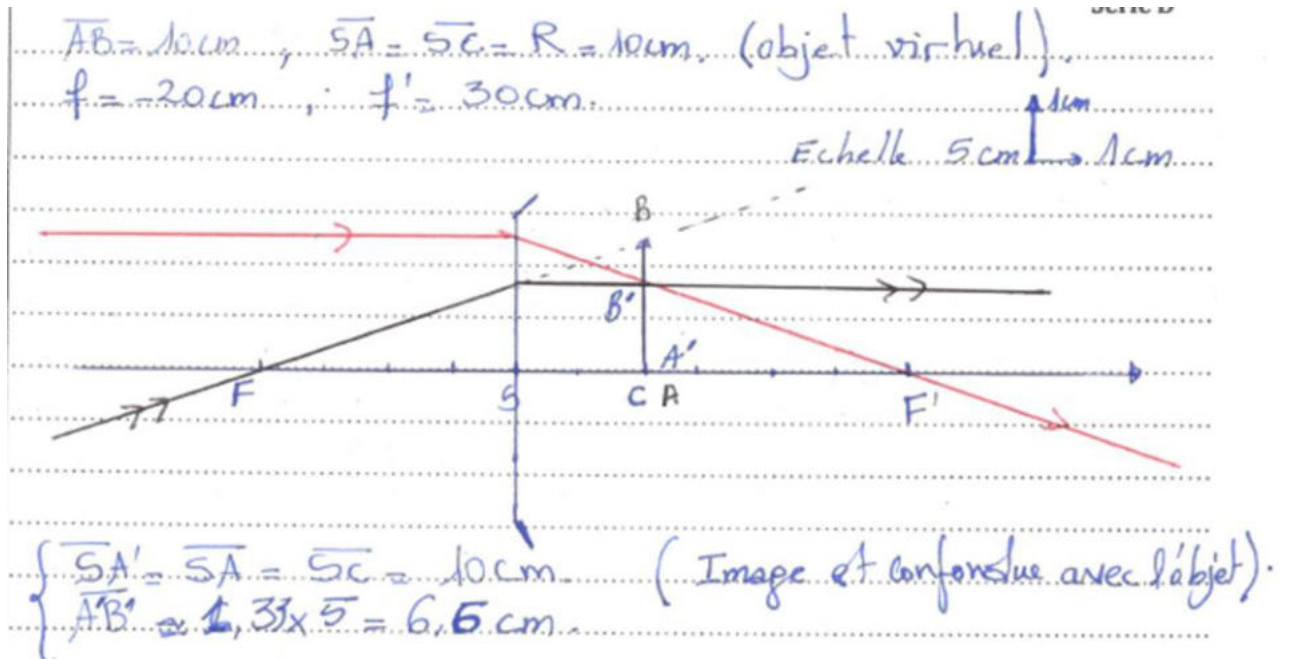
8. Image renversée et deux fois plus grand que la taille de l'objet :

$$\gamma = \frac{\overline{SA'}}{nSA} = -2 \quad \Rightarrow \quad \frac{n}{SA'} = -\frac{1}{2SA}$$

$$\frac{n}{SA'} - \frac{1}{SA} = \frac{n-1}{R} \quad \Rightarrow \quad \overline{SA} = -\frac{3R}{2(n-1)}$$

A.N. :  $\overline{SA} = -30cm$

9. Construction géométrique :



10. Si R tend vers l'infini, le dioptre sphérique devient un dioptre plan (DP)

11.

$$A \xrightarrow{(DS)} A_1 \xrightarrow{(DP)} A'$$

$$\frac{1}{\overline{SA}} - \frac{n}{\overline{SA_1}} = \frac{1-n}{\overline{SC}} \quad (1)$$

$$\frac{n}{\overline{SA_1}} - \frac{1}{\overline{SA'}} = 0 \quad (2)$$

$$(1) + (2) \text{ et } S \equiv S' \equiv O \Leftrightarrow \frac{1}{\overline{OA}} - \frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1-n}{\overline{OC}} = \frac{1-n}{R}$$

**Exercice 2 : Lentille mince**

Données :  $\overline{AB} = 1 \text{ mm}$ ,  $\overline{OF'} = f' = 3 \text{ cm}$

1. Objet réel :  $\overline{OA} = -4 \text{ cm}$

a- Relation de conjugaison :  $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$

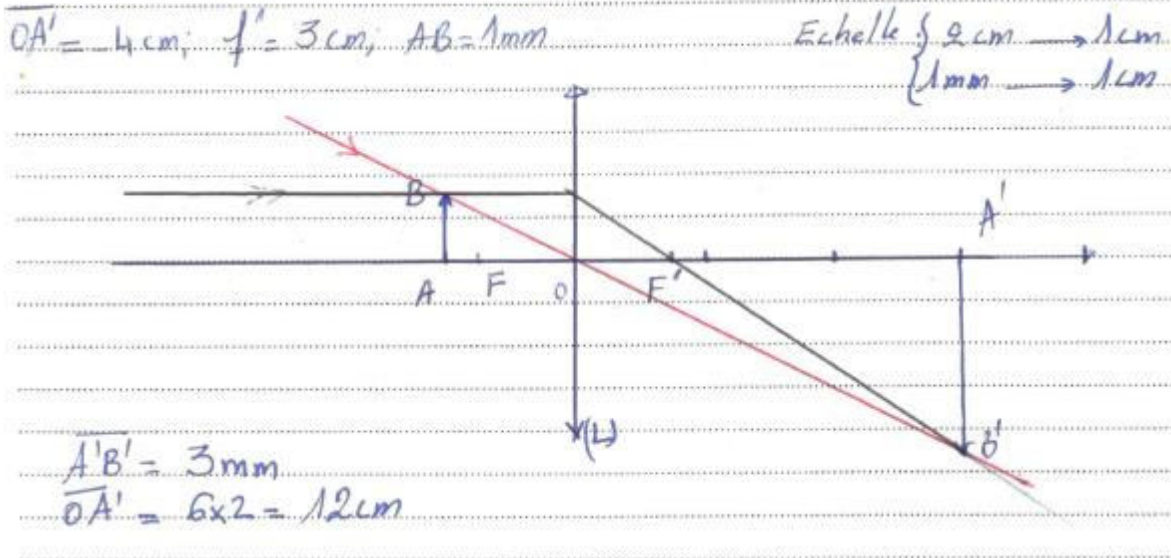
A.N. :  $\overline{OA'} = \frac{-12}{-1} = 12 \text{ cm}$

L'image est réelle ( $\overline{OA'} > 0$ ) située à 12 cm du centre de la lentille.

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{12}{-4} = -3 \Rightarrow \overline{A'B'} = -3 \text{ mm}$$

Image plus grande que l'objet ( $\gamma > 1$ ) est renversée ( $\gamma < 0$ ).

b- construction géométrique :



1. Objet virtuel:  $\overline{OA} = +4 \text{ cm}$

a- Relation de conjugaison :  $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OF'}}{\overline{OA} + \overline{OF'}}$

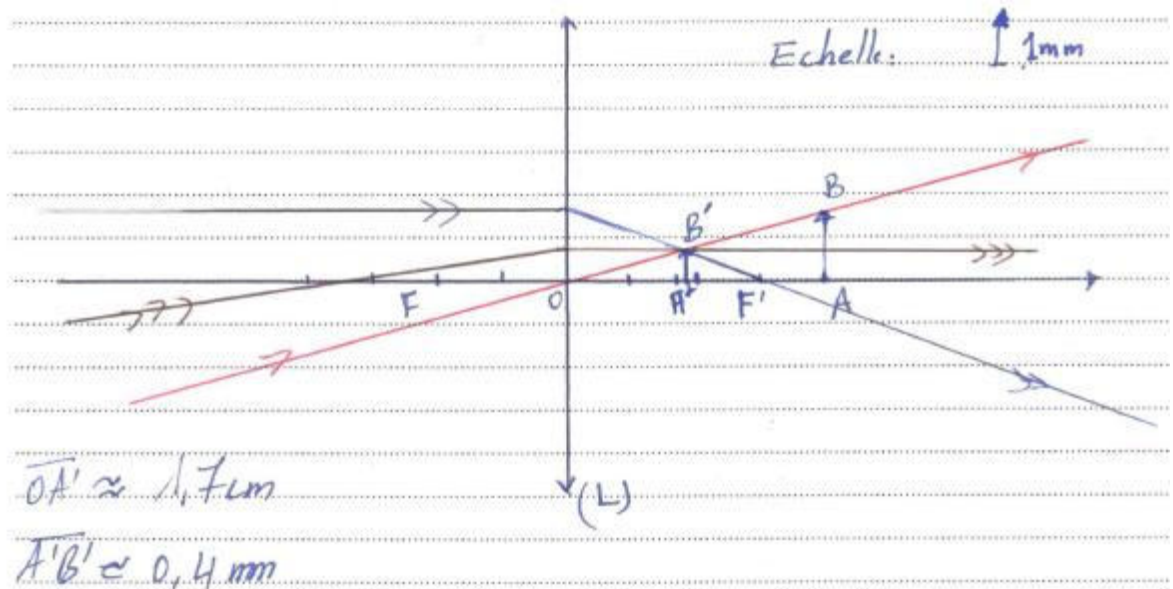
A.N.:  $\overline{OA'} = \frac{4 \times 3}{4 + 3} = 1.71 \text{ cm}$

L'image est réelle ( $\overline{OA'} > 0$ ) située à  $1.71 \text{ cm}$  du centre de la lentille.

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{1.71}{4} = 0.42 \Rightarrow \overline{A'B'} = 0.42 \text{ mm}$

Image plus petite que l'objet ( $\gamma < 1$ ) est droite ( $\gamma > 0$ ).

b- construction géométrique :



Remarque : Pour la construction géométrique on utilise 3 rayons :

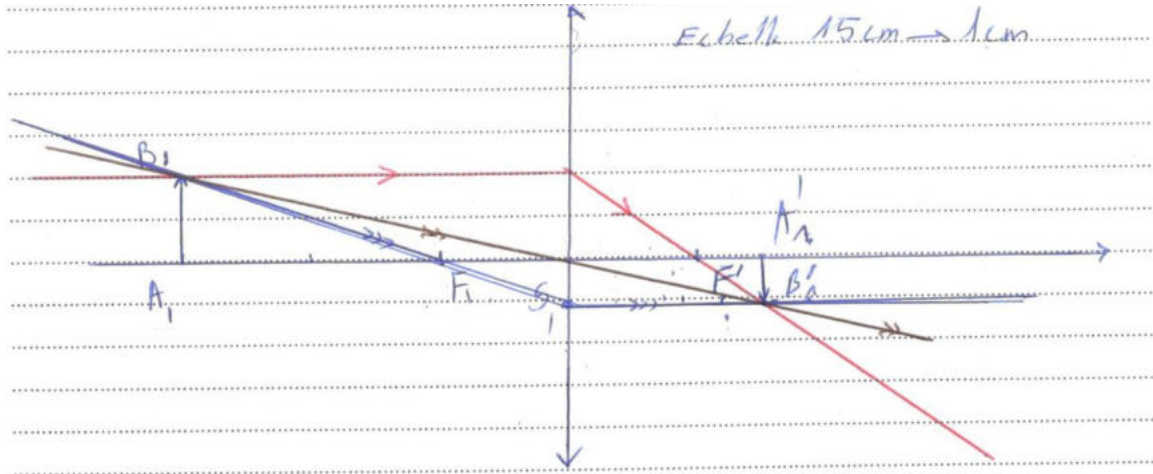
- Rayon 1 : passe par  $B$  et le centre  $O$  : n'est pas dévié
- Rayon 2 : passe par  $B$  et parallèle à l'axe optique : émerge de la lentille en passant par le foyer image  $F'$
- Rayon 3 : passe par  $B$  et le foyer objet  $F$  : émerge de la lentille parallèle à l'axe optique

Dans l'approximation de Gauss on peut utiliser seulement deux rayons.

### Exercice 3 : Association de deux lentilles

$$\overline{S_1 F_1'} = f' = 30\text{cm} ; \overline{S_1 A_1} = -90\text{cm} = -3f'$$

1.a. construction géométrique :



b. image réelle ( $\overline{S_1 A_1'} > 0$ ) et renversée ( $\overline{A_1' B_1'} < 0$ )

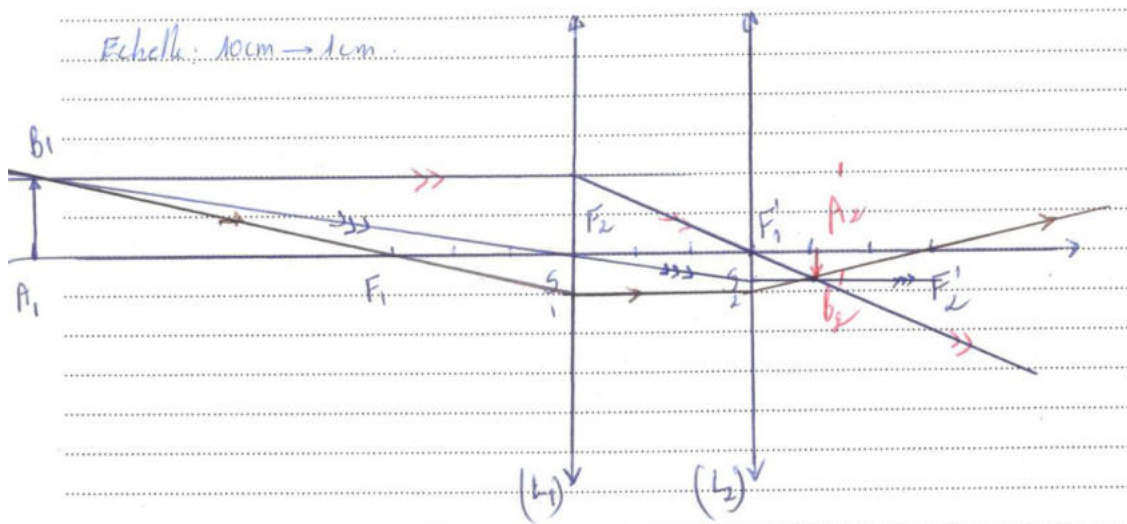
c. position de  $A_1'$  par rapport à  $S_1$

\* construction géométrique :  $\overline{S_1 A_1'} = 45\text{cm}$  et  $\overline{A_1' B_1'} = -\frac{1}{2} \overline{A_1 B_1}$

\* relation de conjugaison :  $\frac{1}{\overline{S_1 A_1'}} - \frac{1}{\overline{S_1 A_1}} = \frac{1}{f'}$   $\Rightarrow \frac{1}{\overline{S_1 A_1'}} = \frac{1}{-3f'} + \frac{1}{f'} = \frac{2}{3f'}$   $\Rightarrow \overline{S_1 A_1'} = \frac{3}{2} f' = 45\text{cm}$

$$\gamma = \frac{\overline{A_1' B_1'}}{\overline{A_1 B_1}} = \frac{\overline{S_1 A_1'}}{\overline{S_1 A_1}} = \frac{45}{-90} = -\frac{1}{2} \Rightarrow \overline{A_1' B_1'} = -\frac{\overline{A_1 B_1}}{2}$$

2.a. L'image  $\overline{A_2 B_2}$  de  $\overline{A_1 B_1}$  à travers les deux lentilles



2.b. image réelle et renversée

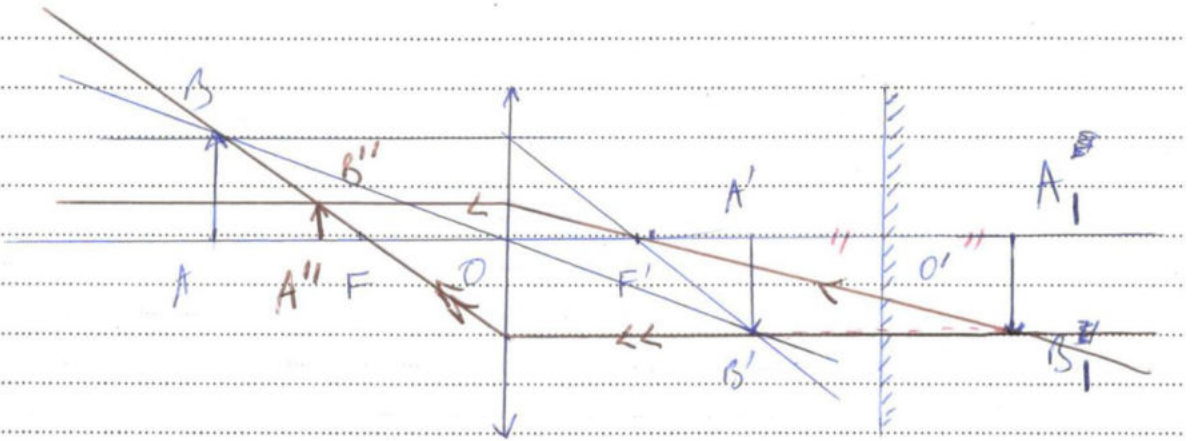
2.c. en utilisant l'image intermédiaire :

$$\frac{1}{\overline{S_2 A_2}} - \frac{1}{\overline{S_2 A_1'}} = \frac{1}{f_2'}$$

Avec :  $\overline{S_2 A_1'} = \frac{1}{2} f'$  et  $\overline{S_2 F_2'} = f'$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{S_2 A_2}} = \frac{1}{f'} + \frac{2}{f'} = \frac{3}{f'} \Rightarrow \overline{S_2 A_2} = \frac{1}{3} f' = 10\text{cm}$$

**Exercice 4 : Association d'une lentille et d'un miroir plan**



$$AB \xrightarrow{(L)} (A'B') \xrightarrow{(M)} (A_1B_1) \xrightarrow{(L)} (A''B'')$$

Le miroir  $M$  donne une image  $A_1B_1$  de  $A'B'$  symétrique par rapport à  $M$ . cette image est virtuelle puisque l'objet est réel.

$A_1B_1$  est un objet réel pour  $(L)$  (le sens de la lumière est inversé) son image  $A''B''$  est réelle.

**Remarque** : on peut faire la construction géométrique en utilisant l'image intermédiaire

$AB$  objet  $\xrightarrow{(L)}$   $A'B'$  image

$A'B'$  objet  $\xrightarrow{(M)}$   $A_1B_1$  image

$A_1B_1$  objet  $\xrightarrow{(L)}$   $A''B''$  image (il faut inverser le sens de la lumière)