

Correction T.D. 3 : Optique

Exercice 1 : C.C.1 2018-2019

1. Un dioptré est une surface qui sépare deux milieux transparents d'indices de réfraction différents
2. Ce dioptré sphérique est convexe
3. Ce dioptré 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 dioptré sphérique (DS) :
Soit A un objet et A' son image à travers le DS.

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

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 :

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

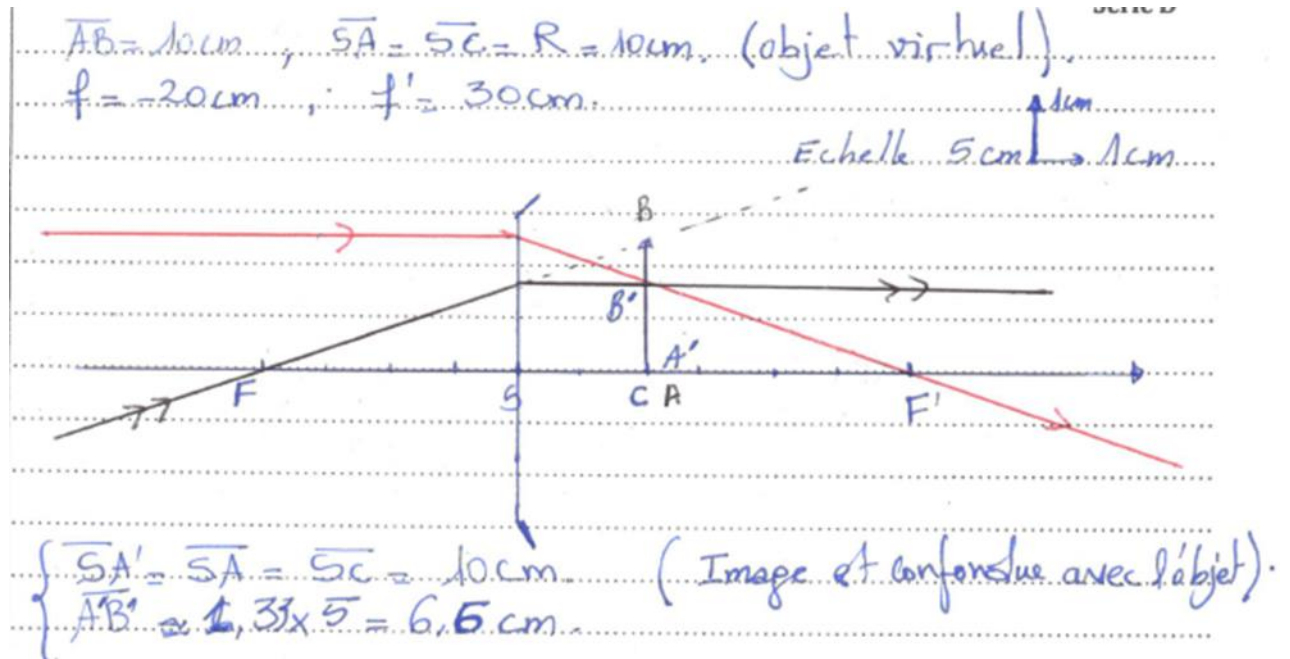
8. Image renversée et deux fois plus grand que la taille de l'objet :

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

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

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

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

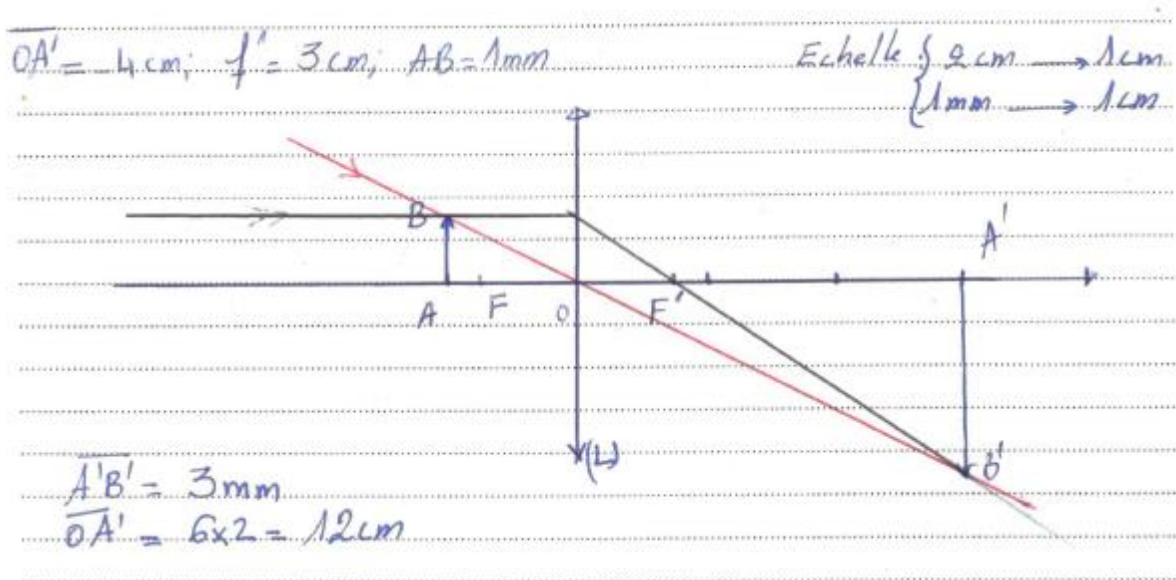
A.N. : $\overline{OA'} = \frac{-12}{-1} = 12 \text{ cm}$

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

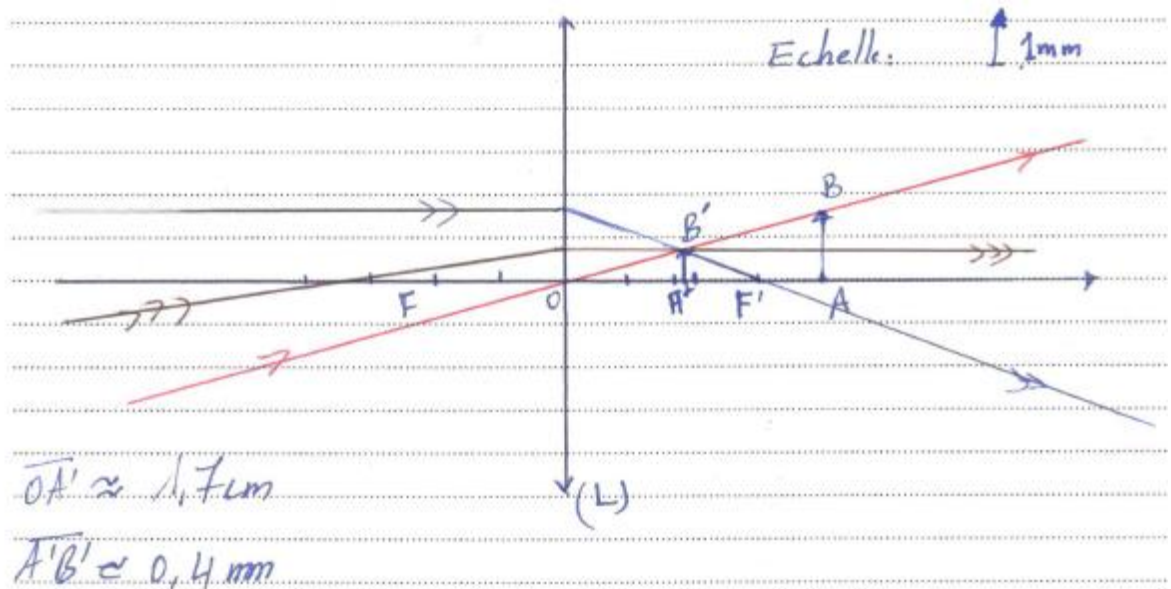
A.N. : $\overline{OA'} = \frac{4 \times 3}{4 + 3} = 1.71 \text{ cm}$

L'image est réelle ($\overline{OA'} > 0$) située à 1.71 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 :

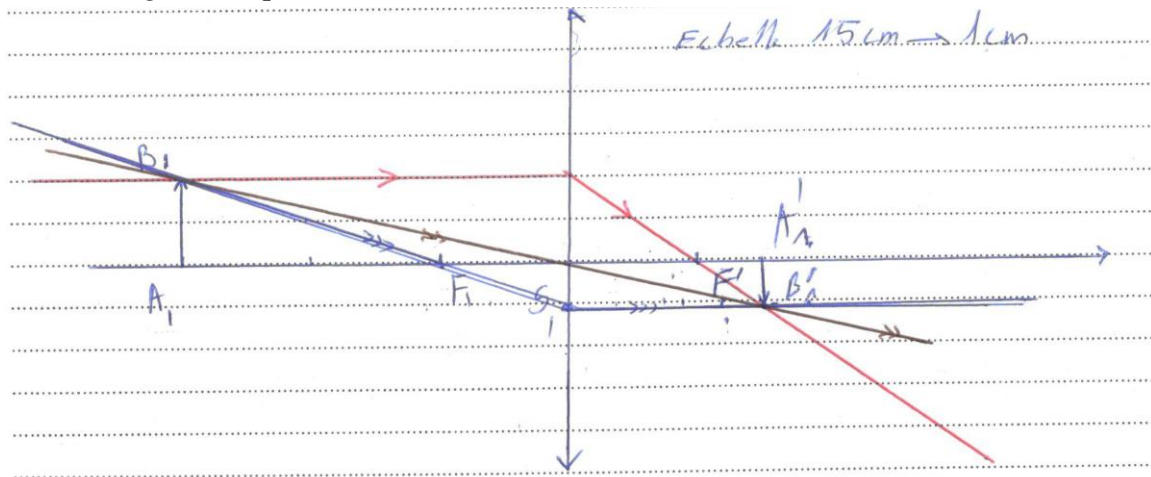
- Rayon 1 : passe par B et le centre O : n'est pas dévié
- Rayon 2 : passe par B et parallèle à l'axe optique : émerge de la lentille en passant par le foyer image F'
- Rayon 3 : passe par B et le foyer objet F : émerge de la lentille parallèle à l'axe optique

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 ($\overline{A_1' B_1'} < 0$)

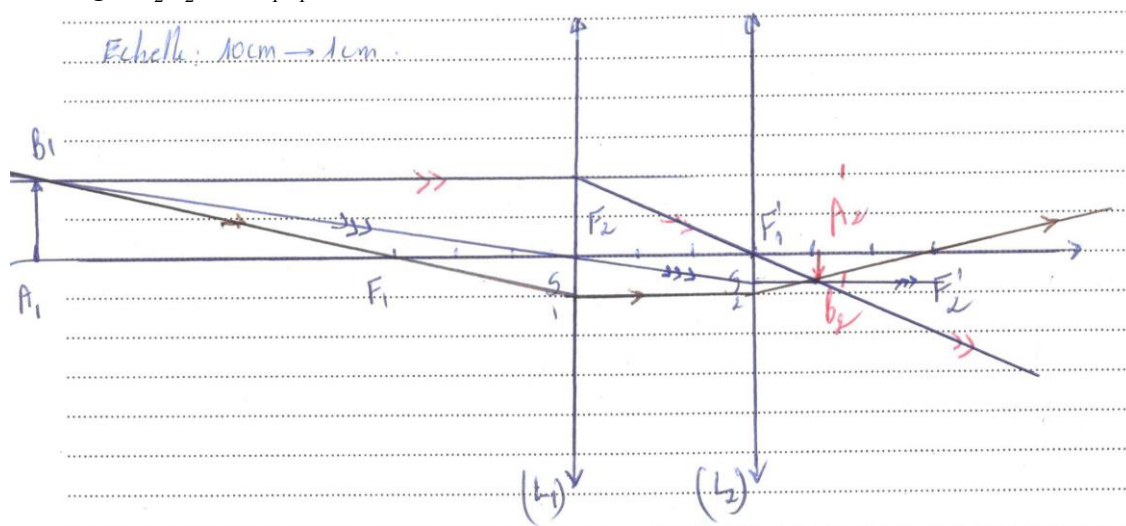
c. position de A_1' par rapport à S_1

* 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

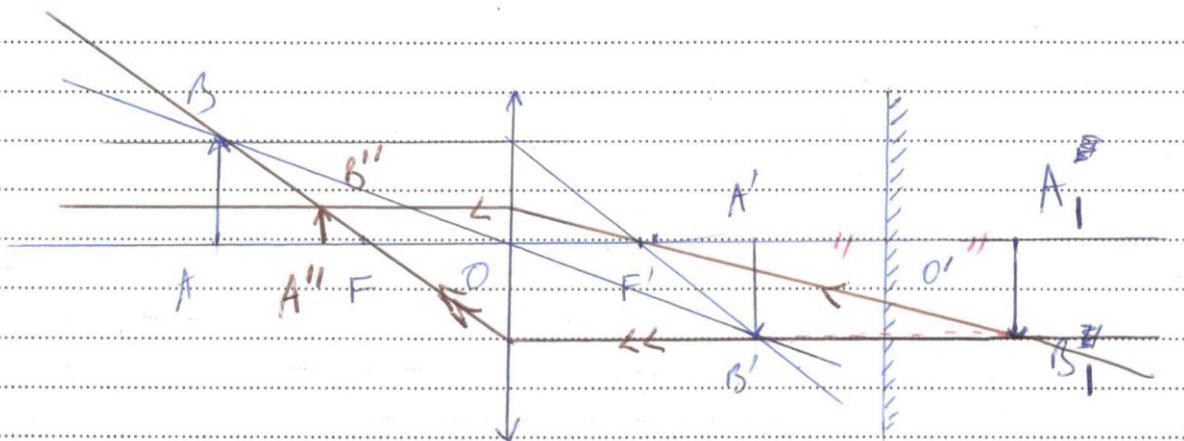
2.c. en utilisant l'image intermédiaire :

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

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)