Université Moulay Ismail
Faculté des sciences de Meknès
Département de PHYSIQUE

Année universitaire 2016/2017

Epreuve d'optique géométrique : Durée 1h 30min
Session ordinaire : Juin 2017
Filière SMPC - Semestre 2

Exercice 1 : (5 points)

On considère un prisme isocèle rectangle ABC en verre, d'indice n=1.5 et plongé dans l'air. Le rayon incident (KI) arrive perpendiculairement sur la face (AC) (Figure 1).

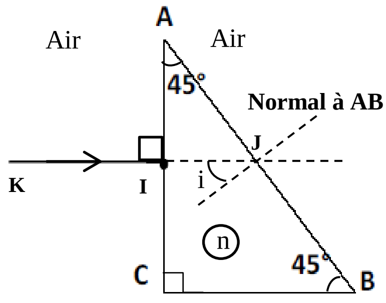


Figure 1

1) Tracer la marche du rayon incident (KI) à travers le prisme. Justifier votre réponse.
2) Calculer la déviation D : angle que fait le faisceau émergent avec le faisceau incident (KI).
3) On plonge maintenant le prisme dans l'eau d'indice n_{eau}=1,33 et on considère le même rayon incident (KI).
   a. Calculer l'angle d'incidence limite au point J. Que peut-on conclure ?
   b. A quelle relation doit satisfaire l'indice n du prisme pour que l'on se trouve dans le cas d'une réflexion totale au point J?

Exercice 2 : (7 points)

Un miroir sphérique concave de centre C, de rayon R = 6 cm et de sommet S.

1) Préciser la position et la nature des foyers du miroir.
2) Un objet réel AB, de taille 1cm, est situé à une distance de 9cm du sommet S.
   a. Construire géométriquement à l'échelle réelle l'image A'B' de l'objet AB à travers le miroir. En déduire sa nature, sa position et sa taille.
   b. Retrouver ces résultats en appliquant les formules de conjugaison relatives au miroir sphérique. On se placera dans le cadre du stigmatisme approché.
3) **a**. Où doit-on placer un objet AB pour obtenir une image A'B' droite et deux fois plus grande que AB ?
   b. Donner la position de cette image par rapport au sommet S et en déduire sa nature.

Exercice 3 : (8 points)

On rappelle que la relation de conjugaison d'une lentille mince de centre optique O, d'indice n, formée par l'association de deux dioptres sphériques de centres respectifs C_1 et C_2 et dont les sommets S_1 et S_2 sont confondus avec O, est donnée par :

$$\frac{1}{\overline{OA'}}-\frac{1}{\overline{OA}}=(n-1)\left(\frac{1}{\overline{OC_1}}-\frac{1}{\overline{OC_2}}\right) \quad \text{où A et A' sont des points conjugués à travers la lentille .}$$

A/ Soit une lentille mince L_1 à bord épais de centre optique O_1 taillée dans du verre d'indice n=1.5, formée par l'association d'un dioptre d'entrée concave de rayon 20 cm et d'un dioptre de sortie convexe de rayon 30 cm.

1) Calculer la distance focale image f_1' de la lentille L_1 et en déduire sa nature.
2) On place un objet réel AB de hauteur 4cm à 10 cm de la face d'entrée de la lentille L_1. Déterminer la position et la nature de l'image A_0B_0.
3) Calculer le grandissement transversal de la lentille L_1 et en déduire le sens et la taille de l'image A_0B_0.
4) Construire l'image A_0B_0 de AB (échelle 1cm $\rightarrow$ 4cm). Que remarquez-vous ?

B/ On place après la lentille précédente à la distance e=8cm, une lentille convergente L_2 de distance focale image $f_2' = 16cm$.

1) Construire sur un schéma les foyers du doublet formé par L_1 et L_2 (échelle 1cm $\rightarrow$ 4cm).
2) Calculer les positions des foyers image et objet du doublet par rapport à L_1 et L_2.

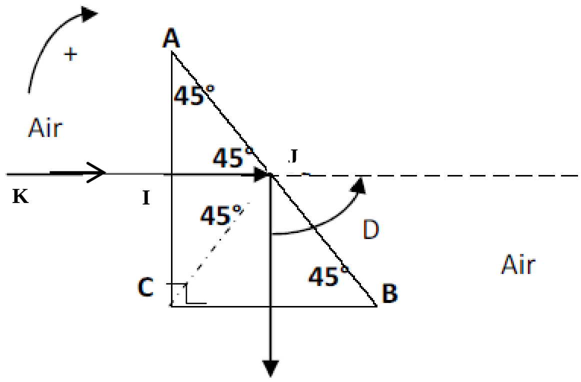
Université Moulay Ismail
Faculté des sciences de Meknès
Département de PHYSIQUE

Année universitaire 2016/2017

Corrigé de l'examen de la session ordinaire
Filière SMPC – Semestre 2

Exercice 1 : (5 points)

1) **Prisme dans l'air**
Le rayon incident (KI) tombe perpendiculairement à la face (AC) du prisme. Il est parallèle à la normale. Il passe sans déviation.
Dans le triangle (IAJ) l'angle $A\hat{J}I$=45°, le rayon incident (IJ) fait donc un angle de 45° avec la normale à la face (AB) du prisme. L'angle d'incidence vaut alors 45°.
Au point J la lumière passe d'un milieu plus réfringent (Prisme) vers un milieu moins réfringent (Air). Le phénomène de réflexion totale peut donc avoir lieu.
Loi de la réfraction donne : n sin(i)=sin(r), l'angle d'incidence limite correspond à r=π/2
Donc $\sin(i_{lim})=1/n$ d'où i_{lim}=Arcsin(1/n)= 41,8°
L'angle d'incidence au point J est de 45° : i> i_{lim}; il se produit donc une réflexion totale au point J



2) La déviation étant l'angle que fait le rayon émergent du système avec le prolongement du rayon incident. Dans ce cas D=- π/2
3) **a.** Prisme dans l'eau (n_{eau} = 1,33 < n=1.5). Dans ce cas i_{lim}=Arcsin(n_{eau}/n)= 62,5°
Puisque i=45°< i_{lim}, il n'y a que le phénomène de réfraction dans ce cas.
b. Pour qu'il y ait réflexion totale il faut que i=45°> i_{lim}=Arcsin(n_{eau}/n)
sin45 > n_{eau}/n → n> n_{eau}/ sin 45 → n>1,88
Pour qu'il y ait réflexion totale le prisme doit avoir un indice de réfraction supérieur à 1,88.

Exercice 2 : (7 points)

1) Relation de conjugaison pour un miroir sphérique : $\frac{1}{\overline{SA'}}+\frac{1}{\overline{SA}}=\frac{2}{\overline{SC}}$
Foyer image correspond à un objet situé à l'infini : $\frac{1}{\overline{SF'}}=\frac{2}{\overline{SC}} \rightarrow \overline{SF'}=\frac{\overline{SC}}{2}$=-3cm
Foyer objet correspond à une image située à l'infini : $\frac{1}{\overline{SF}}=\frac{2}{\overline{SC}} \rightarrow \overline{SF}=\frac{\overline{SC}}{2}$=-3cm
$\overline{SF'}=\overline{SF}=\frac{\overline{SC}}{2}$=-3cm
Les deux foyers objet et image sont confondus et sont réels
2) **a-** Pour la construction, on considère deux rayons passant par B:
- le rayon parallèle à l'axe est réfléchi en passant par F
- le rayon passant par C est réfléchi sur lui-même.

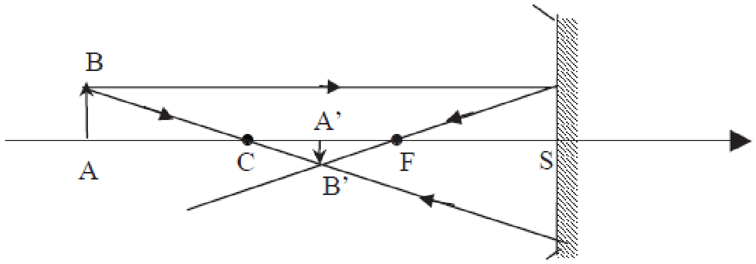


Image réelle renversée de taille 0.5 cm et de position $\overline{SA'} = -4.5\ cm$

b- Relation de conjugaison pour un miroir sphérique : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}$

Avec $\overline{SC} = -6\ cm$ et $\overline{SA} = -9\ cm$

On trouve $\overline{SA'} = -4.5\ cm$ l'image est donc réelle

L'agrandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = -\frac{1}{2} \rightarrow \overline{A'B'} = -0.5\ cm$

L'image est donc réelle et renversée

3) **a-**On veut que l'agrandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}} = 2 \rightarrow \overline{SA'} = -2.\overline{SA}$

D'autre part on a : $\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}} \rightarrow \overline{SA} = \frac{\overline{SC}}{4} = -1.5\ cm$

b- On sait que $\overline{SA'} = -2.\overline{SA} \rightarrow \overline{SA'} = +3cm$

$\overline{SA'} > 0$, l'image A'B' est donc virtuelle.

Exercice 3 : (8 points)

A/ **1)** L_1 est une lentille mince de centre O_1, la relation de conjugaison s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = (n-1)\left(\frac{1}{\overline{O_1C_1}} - \frac{1}{\overline{O_1C_2}}\right)$$

Foyer image F_1'correspond à un objet situé à l'infini, On en déduit que La distance focale image $f_1' = \overline{O_1F_1'}$ est tel que : $\frac{1}{\overline{O_1F_1'}} = (n-1)\left(\frac{1}{\overline{O_1C_1}} - \frac{1}{\overline{O_1C_2}}\right)$

le dioptre d'entrée est concave, donc $\overline{O_1C_1} = -20\ cm$

le dioptre de sortie est convexe, donc $\overline{O_1C_2} = 30\ cm$

AN : $\frac{1}{\overline{0_1F_1'}} = (1.5-1)\left(\frac{1}{-20} - \frac{1}{30}\right)$

$f_1' = \overline{O_1F_1'} = -24\ cm$ <0 la lentille est donc divergente

2) D'après la relation de conjugaison pour L_1 on a : $\frac{1}{\overline{0_1A_0}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'}$

Objet réel donc : $\overline{O_1A} = -10\ cm$

On en déduit que $\overline{O_1A_0} = -7.05\ cm$

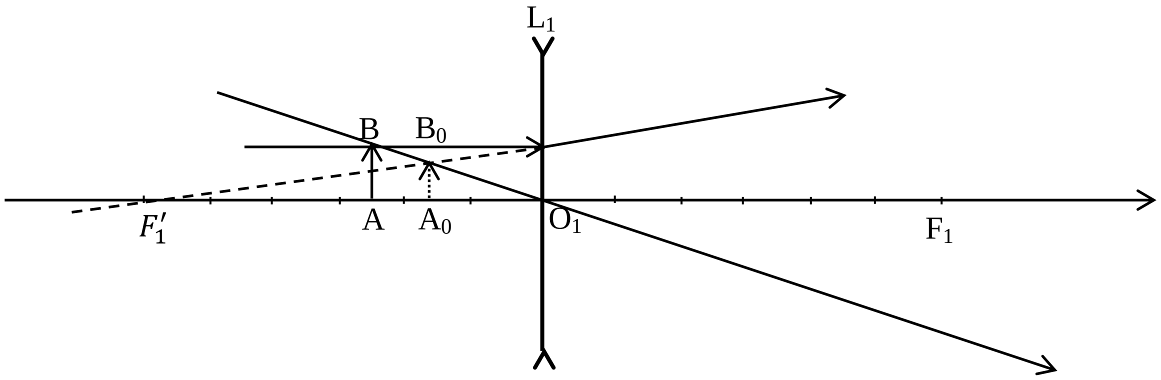
On a $\overline{O_1A_0} < 0 \quad \rightarrow \quad$ l'image est virtuelle

3) Grandissement transversal

$$\gamma = \frac{\overline{A_0B_0}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A_0}}{\overline{O_1A}} \Rightarrow \gamma = 0.705$$

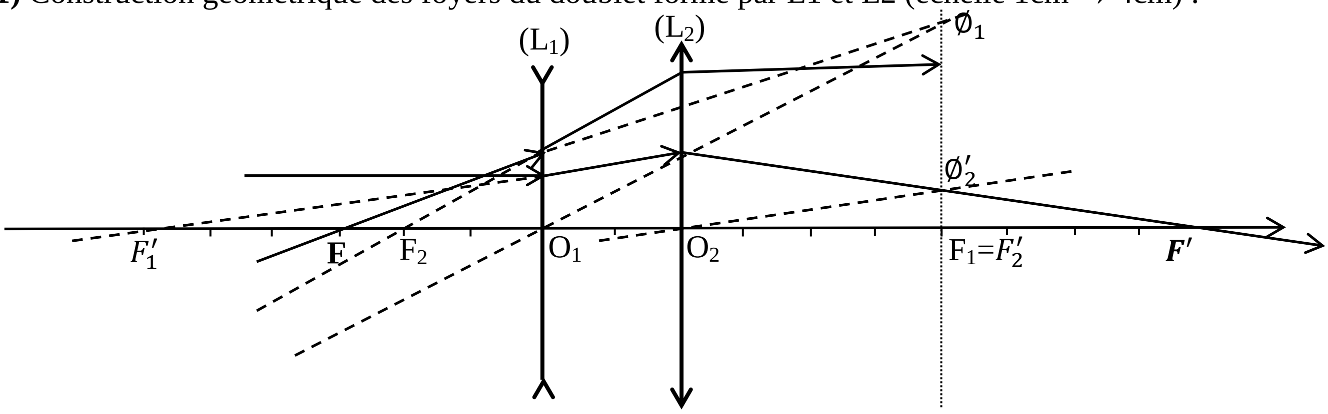
L'image est donc droite est plus petite que l'objet

4) Construction géométrique (échelle 1cm $\rightarrow$ 4cm)



On Remarque sur la construction géométrique que l'image est droite, plus petite que l'objet et en plus elle est virtuelle.

B/ **1)** Construction géométrique des foyers du doublet formé par L1 et L2 (échelle 1cm $\rightarrow$ 4cm) :



2) **Foyer objet F du doublet : F−(L₁)→F₂−(L₂) → ∞**

F_2 est donc l'image de F par rapport à L_1 et on peut écrire :

$$\frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{f'_1} \quad \text{avec} \quad \overline{O_1F_2} = \overline{O_1O_2} + \overline{O_2F_2} = e + f_2 = e - f'_2$$

$$Donc \quad \frac{1}{e-f_2} - \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{e-f'_2} - \frac{1}{f'_1}$$

$$AN : \frac{1}{\overline{O_1F}} = \frac{1}{8-16} - \frac{1}{-24} \quad \Rightarrow \overline{O_1F} = -12cm$$

Le Foyer objet F du doublet est placé à 12 cm avant la lentille L_1.

Foyer image F' du doublet : ∞ **−(L₁)→** F_1'**−(L₂) → F'**

F' est l'image de F_1' par rapport à L_2 et on peut écrire :

$$\frac{1}{\overline{O_2F'}} - \frac{1}{\overline{O_2F'_1}} = \frac{1}{f'_2} \quad \text{avec} \quad \overline{O_2F'_1} = \overline{O_2O_1} + \overline{O_1F'_1} = -e + f'_1$$

$$Donc \quad \frac{1}{\overline{O_2F'}} - \frac{1}{-e+f'_1} = \frac{1}{f'_2} \Rightarrow \frac{1}{\overline{O_2F'}} = \frac{1}{-e+f'_1} + \frac{1}{f'_2}$$

$$AN : \frac{1}{\overline{O_2F'}} = \frac{1}{-8-24} + \frac{1}{16} \quad \Rightarrow \overline{O_2F'} = 32cm$$

Le Foyer objet F' du doublet est placé à 32 cm après la lentille L_2