

Année 2019/2020 - TD7 Sujet blanc

## EXAMEN D'OPTIQUE GEOMETRIQUE

19 / 10 / 2018

Durée : 2 heures

Un formulaire d'optique géométrique se trouve page 4.

Aucun document n'est autorisé. La calculatrice collègue est permise.

## Questions de cours (3 pts)

- 1) Quelle est la dimension d'une énergie ? C'est  $ML^2T^{-2}$ , hors programme d'optique 2019/2020
- 2) **Miroir plan.** Un objet est placé à 1 m d'un miroir plan. Où est l'image ? Est-elle réelle ou virtuelle ?
- 3) **Lentilles minces.** Comment est dévié un rayon lumineux à travers une lentille convergente ? une lentille divergente ? Faire un schéma dans les deux cas comprenant le symbole de la lentille et la position des foyers objet F et image F', en indiquant le sens de propagation de la lumière.

## Exercice 1. Fibre optique (3 pts)

Un faisceau laser se propageant dans l'air pénètre dans une fibre optique sous une incidence  $i_1=10^\circ$ . Voir le schéma ci-dessous.

Cette fibre est constituée d'un cœur et d'une gaine de matériaux différents et d'indices différents.

1. L'indice du cœur de la fibre est  $n_c=1,48$ . Calculez l'angle de réfraction  $i_2$  après passage du faisceau de l'air dans le cœur.
2. Sous quel angle d'incidence le faisceau arrive-t-il ensuite au point M sur la surface de séparation entre le cœur et la gaine ? (Voir schéma).
3. L'indice de la gaine est  $n_g=1,46$ . Obtient-on un faisceau réfracté dans la gaine ? Justifiez votre réponse et précisez de quel phénomène il s'agit.

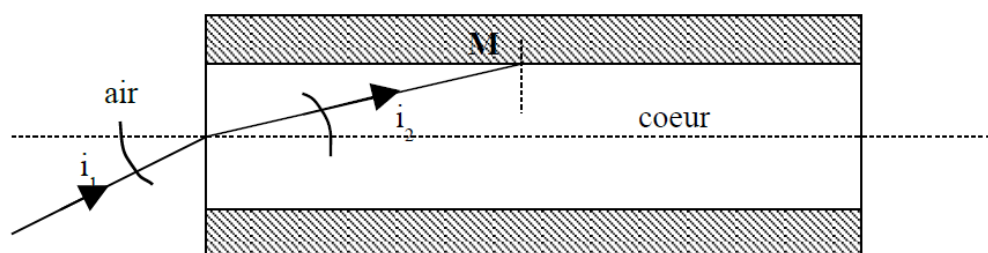


Schéma de la fibre optique

**Exercice 2. Tintin et Haddock (4 pts)**

Dans Le Trésor de Rackham le Rouge, Haddock découvre les lois de l'optique géométrique.

1. A l'aide de deux schémas, justifiez les explications de Tintin.
2. A travers quel miroir Haddock pourrait-il s'observer la tête en bas et les pieds en l'air ? Faire un schéma.
3. En considérant la case dessinée par Hergé, évaluer alors la focale du miroir correspondant.

**Exercice 3. (10 pts)****Partie 1. (3pts)**

1. Soit une **lentille mince convergente  $L_1$  de distance focale  $f_1' = 10$  cm**. Quelles sont les caractéristiques (position et grandissement) de l'image faite par  $L_1$  d'un objet de 1 cm placé à 30 cm en avant de la lentille ?
2. Soit une **lentille mince divergente  $L_2$  de distance focale  $f_2' = -4$  cm**. Quelles sont les caractéristiques (position et grandissement) de l'image faite par  $L_2$  d'un objet de 1 cm placé à 10 cm en arrière de la lentille ?

**Partie 2. Doublet de lentilles (4 pts)**

On place sur un même axe ces deux lentilles  $L_1$  et  $L_2$ , de centre  $O_1$  et  $O_2$ , à 16 cm l'une de l'autre. La lumière arrive sur  $L_1$  et émerge par  $L_2$ . On place un petit objet AB perpendiculaire à l'axe devant  $L_1$ .

3. Pour que l'image finale  $A''B''$  soit à l'infini, où doit se situer l'image intermédiaire  $A'B'$  ? En déduire les distances algébriques  $\overline{O_2A'}$  et  $\overline{O_1A'}$ .

4. En déduire à quelle distance de  $L_1$  on doit placer l'objet pour en obtenir une image à l'infini.

5. Faire un schéma (échelle recommandée : 1/4) avec :

- les lentilles, leurs foyers, l'objet AB (de taille quelconque),
- l'image  $A'B'$  faite de AB par  $L_1$ , par construction des rayons.
- L'un des rayons du faisceau de rayons parallèles permettant d'indiquer l'angle sous lequel on peut voir l'image finale.

**Partie 3. Principe de la lunette de Galilée (lunettes de théâtre) (3pts)**

Les deux lentilles sont maintenant distantes de 6 cm.

6. Où se trouve, pour un observateur situé en arrière de  $L_2$ , l'image d'un objet à l'infini vu, à l'œil nu, sous un angle  $\alpha$  ?

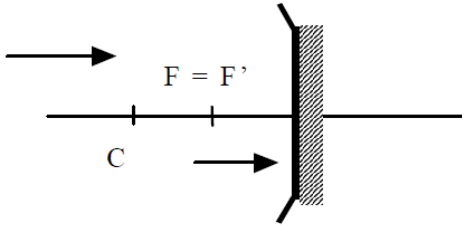
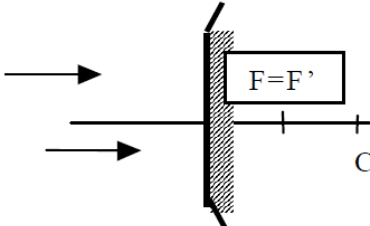
7. Faire un schéma. L'objet est vu sous un angle  $\alpha$  (par rapport à  $O_1$ ) et l'image sous un angle  $\alpha'$  par rapport à  $O_2$ .

8. Déterminer l'expression du grossissement  $G = \alpha' / \alpha$  en fonction des distances focales et calculer sa valeur.

## Formulaire d'optique géométrique

Le dioptre sphérique	
Rayon de courbure : $R = \overline{SC}$ Le dioptre est <b>convexe</b> si $R > 0$ Le dioptre est <b>concave</b> si $R < 0$ Vergence : $D = \frac{n' - n}{R}$ Distances focales : $\overline{HF} = \overline{SF} = f = -\frac{n}{D} \quad \overline{H'F'} = \overline{SF'} = f' = \frac{n'}{D}$	Le dioptre est <b>convergent</b> si $D > 0$ Le dioptre est <b>divergent</b> si $D < 0$ . Formules de Descartes : $\frac{n'}{\overline{SA'}} - \frac{n}{\overline{SA}} = D \quad \gamma = \frac{y'}{y} = \frac{n \cdot \overline{SA'}}{n' \cdot \overline{SA}}$ Formules de Newton : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = ff'$ $\gamma = \frac{y'}{y} = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$

Les lentilles minces	
Vergence : $D = \frac{n-1}{R_1} + \frac{1-n}{R_2} = \frac{1}{f'} = -\frac{1}{f}$ Conjugaison (Descartes) : $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = D = \frac{1}{f'}$ Grandissement (Descartes) : $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$	Conjugaison (Newton) : $\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = ff' = -f'^2$ Grandissement (Newton) : $\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}$

Miroirs sphériques	
<p>miroir <b>concave</b> : <math>R = \overline{SC} &lt; 0</math></p>  <p>miroir <b>convexe</b> : <math>R = \overline{SC} &gt; 0</math></p>  <p>Les foyers F et F' d'un miroir sphérique sont <b>confondus</b> avec le <b>milieu</b> de [S ; C] cf schéma ci-dessus :</p> $\overline{SF} = \overline{SF'} = \frac{\overline{SC}}{2}$	<p><b>Conjugaison :</b></p> <p>Descartes : <math>\frac{1}{\overline{SA'}} + \frac{1}{\overline{SA}} = \frac{2}{\overline{SC}}</math></p> <p>Newton : <math>\overline{F'A'} \cdot \overline{FA} = ff'</math></p> <p><b>grandissement :</b></p> <p>Descartes : <math>\gamma = -\frac{\overline{SA'}}{\overline{SA}}</math></p> <p>Newton : <math>\gamma = -\frac{f}{\overline{FA}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'}</math></p> <p>Avec C : <math>\gamma = \frac{\overline{CA'}}{\overline{CA}}</math></p>