

# OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE

## I. Réfraction sur un ou plusieurs dioptries plans

Une pièce de monnaie se trouve au fond d'un bassin rempli d'eau (d'indice  $n_e = 1,33$ ) de profondeur  $h = 1,00$  m.

1. Le dioptre plan constitué par la surface d'eau est-il stigmatique ?
2. Si l'on regarde à la verticale de la pièce, à quelle profondeur  $h'$  la pièce paraît-elle située ?
3. Même question si sur l'eau flotte une couche de benzène (d'indice  $n_b = 1,50$ ) d'épaisseur  $d = 20,0$  cm, la profondeur totale du bassin étant toujours de  $h = 1,00$  m. On fera de nouveau un schéma avec deux rayons issus du centre de la pièce.

## II. Étude d'un microscope

Le plus simple des microscopes visuels est constitué de deux lentilles convergentes considérées comme minces. La première, l'**objectif**, devra donner de l'objet une image agrandie. La seconde, l'**oculaire** rendra cette image observable par l'œil sans effort.

Dans toute cette partie, on notera  $\mathcal{L}$  les lentilles minces,  $\mathcal{O}$  la position de leur centre optique,  $F$  et  $F'$  les positions des foyers objet et image. On notera  $AB$  les objets,  $A$  étant sur l'axe optique, et  $\overline{AB}$  leur taille algébrique. Ces objets seront considérés comme plans, et perpendiculaires à l'axe optique.

### 1. Modélisation d'un microscope

#### 1. L'objectif

L'objectif sera réalisé avec une lentille convergente  $\mathcal{L}_1$ , placée en  $O_1$ , de distance focale  $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$ . On prendra  $f'_1 = 5$  mm,  $\overline{O_1A} = -7,5$  mm et  $\overline{AB} = a = 5$  mm.

- a) Effectuer la construction géométrique de  $A_1B_1$ , image de  $AB$  à travers  $\mathcal{L}_1$ . On prendra pour échelle horizontale 4 cm pour 1 cm.
- b) Définir puis calculer le grandissement  $\gamma_1$  de cette lentille en fonction de  $f'_1$  et de  $\overline{O_1A}$ . Faire l'application numérique.
- c) Où doit-on placer l'objet  $AB$  par rapport à  $\mathcal{L}_1$  pour que son image  $A_1B_1$  soit réelle et agrandie ? On analysera toutes les possibilités.

#### 2. L'oculaire

Pour l'oculaire, on prendra  $f'_2 = 2$  cm.

- a) Peut-on observer une image réelle directement à l'œil nu ?
- b) Où faut-il placer l'oculaire  $\mathcal{L}_2$  pour qu'un œil normal puisse observer l'image  $A'B'$  de  $A_1B_1$  à travers  $\mathcal{L}_2$  sans accommodation ?
- c) Déterminer dans ces conditions l'expression de  $\overline{O_1O_2}$  en fonction  $f'_1$ ,  $f'_2$ , et de  $\overline{O_1A}$ . En déduire l'expression de  $\Delta = \overline{F'_1F'_2}$  en fonction des mêmes grandeurs. Faire les applications numériques pour les deux.

#### 3. Doublet de lentilles minces

On appelle doublet de lentilles minces, une association de deux lentilles  $\mathcal{L}_1$  et  $\mathcal{L}_2$ . On caractérise ce doublet par les distances focales  $f'_1$  et  $f'_2$  et par l'écartement  $\Delta = \overline{F'_1F'_2}$ .

- a) Dans le cas général, donner les positions des foyers  $F$  et  $F'$  du doublet en fonction de  $f'_1$ ,  $f'_2$  et  $\Delta$ . Faire les applications numériques
- b) Vérifier ces positions par une construction graphique de  $F$  et  $F'$  dans le cas où le microscope est réglé tel que  $\Delta = 10$  mm. On prendra pour échelle horizontale 1 cm pour 1 cm.

## 2. Caractéristiques d'un microscope

L'œil normal peut voir entre le Punctum Proximum PP situé à une distance  $d_{PP} = 25$  cm, et le Punctum Remotum PR situé à une distance infinie  $d_{PR}$ .

Pour les questions suivantes, on se placera dans les conditions de Gauss.

### 1. Grossissement commercial

On appelle grossissement commercial d'un instrument optique la grandeur  $G_c = \left| \frac{\alpha'}{\alpha_{\text{ref}}} \right|$  calculée pour un œil normal :  $\alpha_{\text{ref}}$  est l'angle sous lequel l'œil voit  $AB$  à son PP, et  $\alpha'$  l'angle sous lequel il voit l'image  $A'B'$  à son PR.

- Déterminer l'expression du grossissement de l'oculaire  $G_{c2}$  en fonction de  $f'_2$  et de  $d_{PP}$ .
- Exprimer le grossissement  $G_c$  du microscope en fonction de  $G_{c2}$  et de  $\gamma_1$ . Faire l'application numérique.
- On appelle *puissance intrinsèque* d'un instrument d'optique la grandeur  $P_i = \left| \frac{\alpha'}{AB} \right|$ , avec les notations définies précédemment. Calculer la puissance intrinsèque du microscope en fonction de  $\gamma_1$  et de  $f'_2$ . Faire l'application numérique.
- En gardant les mêmes lentilles, comment modifier le système pour augmenter les valeurs de  $G_c$  et  $P_i$  ?

### 2. Latitude de mise-au-point

Le microscope est réglé pour regarder sans accommodation l'objet  $A$  tel que  $\overline{O_1A} = -7,5$  mm. On considère que l'œil est placé en  $F'_2$ .

- Donner la position des images intermédiaires extrêmes  $A_{1R}$  et  $A_{1P}$  (sur l'axe) que l'œil peut voir net à travers l'instrument.
- Quel est alors la latitude de mise-au-point  $\ell$ , c'est-à-dire la distance entre les points objets extrêmes  $A_R$  et  $A_P$  situés sur l'axe que l'œil pourra voir net ? On exprimera le résultat en fonction de  $f'_1$ ,  $f'_2$ ,  $d_{pp}$  et  $\Delta$ . Faire l'application numérique.