

# Optique géométrique

Révisions

- ◇ Revoir les chapitres Soc4, Soc5, Soc6, le TP-cours Soc7, les TP instruments optiques et focométrie.
- ◇ Vérifier les connaissances de cours (s'aider des *Tester le cours* en début de TD).
- ◇ Refaire quelques exercices de base.

## Vrai ou faux

1. La lumière se propage plus vite dans l'eau que dans l'air.
2. L'indice d'un milieu homogène transparent et isotrope dépend de la fréquence de la lumière qui le traverse.
3. Une lumière monochromatique de longueur d'onde dans le vide  $\lambda = 5 \text{ mm}$  est visible par l'œil humain.
4. Le Soleil peut être considéré comme une source primaire de lumière.
5. La lumière solaire peut être considérée comme monochromatique.
6. La lumière d'un laser peut être considérée comme monochromatique.
7. Lors d'un passage d'un milieu d'indice faible vers un milieu d'indice plus élevé, le rayon se rapproche de la normale.
8. On peut observer un phénomène de réflexion totale lorsqu'un rayon lumineux passe d'un milieu peu réfringent à un milieu plus réfringent.
9. Lors d'un phénomène de réflexion, la direction du rayon réfléchi dépend de la longueur d'onde de la lumière.
10. Un système optique centré ne dévie pas les rayons incidents parallèles à son axe optique.
11. Le foyer principal image d'un système optique centré est l'image par ce système du foyer principal objet.

## Questions de cours

12. Quel est le cadre de l'optique géométrique ? Citer des exemples où l'optique géométrique ne s'applique pas.
13. Définir l'indice de réfraction d'un milieu transparent. Pourquoi sa valeur est-elle toujours supérieure ou égale à un ?
14. Comment se propage la lumière dans un milieu homogène ?
15. Qu'est-ce qu'un dioptre ? Donner des exemples. Comment est défini le plan d'incidence en un point d'un dioptre ?
16. Énoncer les lois de Snell-Descartes. De quel moyen simple dispose-t-on pour savoir si lors d'une réfraction le rayon s'écarte ou se rapproche de la normale. Que ne prévoit pas l'optique géométrique ?
17. Dans quel cas parle-t-on de réfraction limite ? Donner l'expression de  $\sin(i_\ell)$ . Définir la notion de réflexion totale et donner des exemples pratiques.
18. Que signifient "stigmatisme" et "aplanétisme" ?
19. Définir la notion d'objet et d'image ainsi que les termes "réel" et "virtuel". Illustrer ces définitions de schémas.
20. Quels arguments font qu'en pratique on peut se contenter d'un stigmatisme approché ? Énoncer pour un système centré les conditions de Gauss qui permettent de limiter les aberrations géométriques et permettent un stigmatisme approché.
21. Rappeler les propriétés du miroir plan : position de l'image, grandissement. En quoi sont-elles remarquables ? Montrer que l'image d'un objet réel est virtuelle et inversement.
22. Quelle inégalité définit une lentille mince ? Quelle conséquence en tire-t-on pour un rayon passant en son centre ? Comment sont définis les foyers et comment sont-ils placés par rapport à la lentille ? Distinguer les deux cas de lentilles.

23. Rappeler les formules de conjugaison des lentilles. Que vaut le grandissement ?

Les incontournables :

- ◇ toujours commencer par un schéma.
- ◇ orienter les rayons lumineux (utiliser des couleurs !)
- ◇ toutes les grandeurs en optique géométrique sont des grandeurs algébriques ( $\overline{AB}$ ).

## Applications directes du cours

**Ex 1** A partir de la formule de conjugaison du dioptré plan, estimer par rapport à la profondeur réelle, la profondeur apparente d'un objet dans l'eau. Quel est son grandissement, son grossissement ?

**Ex 2** Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface d'un liquide. Il fait un angle  $\alpha = 56^\circ$  avec le plan horizontal. La déviation entre le rayon incident et le rayon réfracté est  $\theta = 13,5^\circ$ . Quel est l'indice  $n$  du liquide ?

**Ex 3** Un disque en liège flotte sur l'eau d'indice  $n$ . Il soutient une tige placée perpendiculairement en son centre. Quelle est la longueur  $h$  de la partie de la tige non visible pour un observateur dans l'air. Citer les phénomènes mis en jeu.

**Ex 4** Un rayon lumineux tombe sur un miroir plan. Le miroir tourne d'un angle  $\alpha$ . De combien tourne le rayon réfléchi ?

**Ex 5** L'objectif d'un appareil photo est assimilé à une lentille convergente  $\mathcal{L}$  de distance focale  $f' = 50$  mm. La distance  $d$  entre  $\mathcal{L}$  et la pellicule  $\mathcal{P}$  où se forme l'image est variable pour permettre la mise au point. On désire photographier des objets dont la distance à  $\mathcal{L}$  varie de  $D = 60$  cm à  $D \rightarrow \infty$ . Donner les valeurs  $d_{\min}$  et  $d_{\max}$  correspondantes.

**Ex 6** La lune est vue sous un diamètre angulaire  $\alpha = 31'$ . Convertir cet angle en radians. On en fait l'image sur un écran à l'aide d'une simple lentille convergente de distance focale  $f' = 50$  cm. Où est placé l'écran et quel est le diamètre de l'image ?

**Ex 7** Un objet virtuel est placé à 2 cm d'une lentille divergente de distance focale  $f' = -3$  cm. Faire la construction géométrique de l'image et déterminer sa position ainsi que le grandissement transversal.

**Ex 8** On considère une lentille mince sphérique convergente utilisée dans les conditions de Gauss. Déterminer graphiquement l'image donnée des objets perpendiculaires à l'axe optique suivants :

1. Objet réel avant le foyer objet tel que  $-\infty < \overline{OA} < 2f$ .
  2. Objet réel avant le foyer objet tel que  $2f < \overline{OA} < f$ .
  3. Objet réel entre le foyer objet et le centre optique.
  4. Objet virtuel.
  5. Objet réel à l'infini.
  6. Objet dans le plan focal objet.
- Préciser dans chacun des cas les caractéristiques de l'image obtenue.

**Ex 9** Reprendre l'exercice précédent avec une lentille divergente. Déterminer graphiquement l'image donnée des objets perpendiculaires à l'axe optique suivants :

1. Objet réel.
2. Objet virtuel entre le centre optique et le foyer image.
3. Objet virtuel tel que  $f' < \overline{OA} < 2f'$ .
4. Objet virtuel tel que  $2f' < \overline{OA}$ .
5. Objet à l'infini.
6. Objet dans le plan focal objet. Préciser dans chacun des cas les caractéristiques de l'image obtenue.

## Exercices

### Ex 10 Lame à faces parallèles

Une lame à face parallèles d'épaisseur  $e$  est constituée d'un verre d'indice  $n$ . On note  $A$  l'objet et  $A'$  son image. Déterminer  $\overline{AA'}$  dans les conditions de Gauss. Ce résultat reste-il vrai en dehors ?

**Ex 11** On souhaite projeter un objet lumineux  $AB$  sur un écran  $E$  placé à une distance  $D$  de  $AB$  à l'aide d'une lentille convergente de distance focale  $f'$ .

1. Montrer qu'il faut  $D \geq 4f'$
2. Il y a alors deux positions possibles distantes de  $d$  pour la lentille. En quoi diffèrent-elles ? (Faire un seul schéma avec les deux positions). Exprimer  $f'$  en fonction de  $d$  et  $D$ .

**Ex 12** Un joaillier veut voir un petit diamant 5 fois plus grand qu'il n'est en réalité et cela quand il le tient à 4 cm derrière la loupe. Quelle doit-être la distance focale de la loupe ?

### Ex 13 Projecteur de diapositives

On désire projeter un objet lumineux  $AB$  sur un écran  $\mathcal{E}$  placé à une grande distance  $D$  de  $AB$  à l'aide d'une lentille convergente. Sachant que le grandissement souhaité est  $|\gamma| > 1$ , trouver la valeur  $f'$  qui convient.

A.N. : on souhaite passer d'un objet de 3 cm à une image de 2 m pour  $D = 5$  m. Que vaut  $f'$  ?

### Ex 14 Doublet accolé

On accole deux lentilles minces de distances focales  $f'_1$  et  $f'_2$ . Quelle est la distance focale  $f'$  de l'ensemble ? Justifier l'utilisation de la vergence exprimée en dioptries.

### Ex 15 Grossissement commercial

$\alpha$  est l'angle sous lequel est vu un petit objet à l'œil nu lorsqu'il est placé à la distance minimale de vision nette (punctum proximum)  $pp = 25$  cm.  $\alpha'$  est l'angle sous lequel est vue l'image à l'infini de ce même objet (sans accommodation) à travers une lentille convergente de distance focale  $f'$ . Donner le grossissement commercial défini par  $G_c = \frac{\alpha'}{\alpha}$ . Une loupe porte l'inscription  $\times 4$ . Quelle est sa distance focale ?

### Ex 16 Principe d'une lunette

Une lunette est constituée de deux lentilles convergentes et l'objet est à l'infini vu sous un angle  $\alpha$  petit. L'objectif ( $f'_1 = 100$  cm) donne une petite image observée par l'oculaire ( $f'_2 = 2$  cm) afin d'être vue à l'infini sous un angle  $\alpha'$ . Faire un schéma et déterminer le grossissement de la lunette. Cette lunette astronomique peut-elle servir à des observations terrestres ?