

## Sujet n°1

### Question de cours

Énoncer les relations de conjugaison et de grandissement de Descartes et de Newton.

Les appliquer sur l'exemple : Déterminer la position de l'objet et sa nature qui donne par une lentille divergente de distance focale  $f' = -4$  cm, une image inversée 4 fois plus grande que l'objet.

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille convergente d'un objet réel situé entre le foyer principal objet et la lentille.

### Exercice n°2 lame à faces parallèles

On considère un rayon transmis par une lame de verre à faces parallèles d'indice de réfraction  $n$ , d'épaisseur  $e$  plongée dans l'air d'indice 1 .

- 1 - Faire le schéma pour un rayon d'incidence quelconque. Quelle est la direction du rayon transmis ?
- 2 - Déterminer la distance  $d$  entre le rayon transmis et le rayon incident s'il n'était pas dévié. On prendra  $n = 1,5$ ,  $e = 1$  cm,  $i = 15^\circ$  (on pourra supposer pour l'obtention de la formule que l'on travail avec des angles  $\theta$  petits, ce qui permet de simplifier les expressions des  $\sin \theta \simeq \theta$  et  $\cos \theta \simeq 1$  )

### Exercice n°3 Projection et encombrement

Un objet très éloigné est vu à l'œil nu sous un angle  $\alpha = 34'23''$ . Son image à travers un dispositif optique est obtenue sur un écran. On désire que la hauteur de celle-ci soit égale à  $h = 1.0$  cm.

On utilise une seule lentille mince de centre  $O$ .

- 1 - Quels sont la nature de la lentille, sa distance focale et l'encombrement ( $OH$ ) de l'appareil ?

On dispose au point  $O$  une lentille convergente (focale  $f'_1 = 20$  cm ) suivie au point  $C$  d'une lentille divergente (focale  $f'_2 = -5$  cm ) et de l'écran.

- 2 - Déterminer l'expression et la valeur de la position du point  $C$  et du nouvel encombrement ( $OH$ ) de l'appareil.

## Sujet n°2

### Question de cours

Décrire le principe de l'autocollimation. À quoi peut servir cette méthode ?

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille divergente d'un objet virtuel.

### Exercice n°2 Prisme à réflexion totale

Un rayon lumineux entre normalement à l'hypothénuse d'un prisme à base triangle rectangle isocèle.

- 1 - Quelle doit être la valeur minimale de l'indice de réfraction du prisme pour que le rayon ressorte parallèlement à lui-même ?
- 2 - Que se passe-t-il si le prisme est en verre d'indice supérieur à 1,5 ?

### Exercice n°3 Téléobjectif

- 1 - Soit une lentille  $\mathcal{L}_1$  convergente de distance focale  $f'_1 = 10$  cm. Un objet AB d'une hauteur  $h = 24$  m est à une distance  $\ell = 1,2$  km. Quelles sont les position et grandeur de l'image ?
- 2 - On positionne une deuxième lentille  $\mathcal{L}_2$ , divergente, de distance focale  $f'_2 = -4,0$  cm à  $e = 6,5$  cm derrière  $\mathcal{L}_1$ . Quelles sont les position et grandeur de l'image ?

## Sujet n°3

### Question de cours

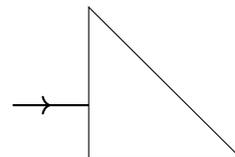
- Définir centre optique.
- Définir foyer principal objet, foyer principal image. Sont-ils réels ou virtuels ?
- Définir foyers secondaires image et objet.
- Définir distance focale, vergence. Préciser les signes.

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille convergente d'un objet virtuel.

### Exercice n°2 Prisme à réflexion totale

On considère un prisme (d'angle au sommet  $\hat{A} = 90^\circ$ . On cherche à dévier un faisceau de  $90^\circ$  avec (c'est un dispositif qu'on trouve dans les jumelles par exemple). On injecte pour cela le faisceau perpendiculairement à une face, celui-ci se réfléchit sur la base (= l'hypothénuse) du prisme, puis ressort perpendiculairement à la seconde.



- 1 - Tracer le trajet du rayon lumineux.
- 2 - Établir la condition sur l'angle d'incidence sur la base pour qu'il se produise une réflexion totale.
- 3 - Déterminer l'angle d'incidence au niveau de la base.
- 4 - Exprimer la condition l'indice du verre permettant une réflexion totale sur la base du prisme. Faire l'application numérique.
- 5 - On considère un rayon faisant un angle  $i$  avec la normale à la surface d'entrée. Le rayon émergent est-il encore perpendiculaire au rayon incident ?

### Exercice n°3 Lentille

Une lentille mince convergente donne d'un objet  $AB$  réel une image  $A'B'$  virtuelle deux fois plus grande. La distance  $AA'$  vaut 90 cm. Déterminer les distances  $\overline{OA}$ ,  $\overline{OA'}$  et  $f'$ .

## Sujet n°4

### Question de cours

Énoncer les relations de conjugaison et de grandissement de Descartes et de Newton.

Les appliquer sur un exemple : Déterminer la position, la nature et la taille de l'image d'un objet de 1 cm, situé 30 cm avant une lentille convergente de distance focale 10 cm.

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille convergente d'un objet virtuel.

### Exercice n°2 Déviation par une goutte d'eau

Un rayon lumineux dans l'air tombe sur la surface d'un liquide d'indice de réfraction  $n$ . Il fait un angle  $\alpha = 56^\circ$  avec le plan horizontal. La déviation entre le rayon incident et le rayon réfracté est  $\theta = 13.5^\circ$ .

- 1 - Faire un schéma de principe de la situation décrite. Repérer les angles intervenant dans le problème.
- 2 - Déterminer l'expression puis la valeur de l'indice  $n$  du liquide.

### Exercice n°3 Élargissement d'un faisceau

Un système optique centré, constitué de deux lentilles minces  $\mathcal{L}_1$  et  $\mathcal{L}_2$ , sert à augmenter le diamètre d'un faisceau lumineux incident parallèle à l'axe optique. Le faisceau émergent du système est parallèle à l'axe. Les deux lentilles sont convergentes. La lentille  $\mathcal{L}_1$  a une distance focale  $f'_1 = 10$  cm.

- 1 - Calculer la distance focale  $f'_2$  de la lentille  $\mathcal{L}_2$  pour que le rayon du faisceau émergent soit 20 fois supérieur à celui du faisceau incident.
- 2 - On considère maintenant que la lentille  $\mathcal{L}_1$  est divergente, de distance focale  $f'_1 = -7,0$  mm. Calculer  $f'_2$  pour que le rayon du faisceau émergent soit 20 fois supérieur à celui du faisceau incident.

## Sujet n°5

### Question de cours

- 1 - Donner les deux conditions pour observer le phénomène de réflexion totale.
- 2 - Établir la condition de réflexion totale sur l'angle d'incidence.

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille divergente d'un objet réel.

### Exercice n°2 Poisson dans l'eau

Un poisson est posé sur le fond d'un lac : il regarde vers le haut et voit à la surface de l'eau (d'indice  $n = 1,33$ ) un disque lumineux de rayon  $r$ , centré à sa verticale, dans lequel il aperçoit tout ce qui est au-dessus de l'eau.

- 1 - Expliquer cette observation.
- 2 - Le rayon du disque est  $r = 3,0$  m. À quelle profondeur se trouve le poisson ?

### Exercice n°3 Mesure d'une distance focale

Sur un banc d'optique, soit  $D$  la distance entre un objet lumineux  $AB$  et un écran. On cherche les deux positions de la lentille convergente  $\mathcal{L}$  qui donnent une image nette sur l'écran. Soit  $d$  la distance qui les sépare.

- 1 - Montrer que  $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$ .

La lentille donne une image réelle d'un objet réel. Soit  $D$  la distance entre l'objet et l'image et  $\gamma$  le grandissement.

- 2 - Montrer que  $f' = -\frac{\gamma D}{(\gamma - 1)^2}$
- 3 - En pratique, on tente d'obtenir  $\gamma = -1$ . Combien vaut alors  $D$  ?
- 4 - Faire le schéma avec le tracé des rayons lumineux.

## Sujet n°6

### Question de cours

- 1 - Définir foyer principal objet, foyer principal image. Sont-ils réels ou virtuels ? Définir distance focale, vergence. Préciser les signes.
- 2 - Définir foyers secondaires image et objet.

### Exercice n°1 Image d'un objet

Déterminer l'image par une lentille divergente d'un objet réel.

### Exercice n°2 Flotteur

On dispose d'un flotteur mince, de rayon  $R$ , au centre duquel on a planté un clou perpendiculairement au plan du disque. La tête du clou est à une distance  $h = 6$  cm du centre du disque. Le disque est placé dans l'eau, le clou étant immergé.

À quelle condition le clou est-il visible pour un observateur placé dans l'air ?

Données : On prendra pour l'indice de l'eau 1,33.

### Exercice n°3 Doublet de Huygens

On définit un doublet de lentilles minces  $L_1$  et  $L_2$  par :

- la distance focale image  $f'_1$
- la distance focale image  $f'_2$
- la distance entre les deux centres optiques  $e = \overline{O_1O_2}$

Un doublet de Huygens est du type  $f'_1 = 3a$ ,  $e = 2a$  et  $f'_2 = a$  où  $a$  est une longueur arbitraire.

- 1 - Placer sur une figure à l'échelle (on prendra  $a = 2$  cm) les foyers principaux des deux lentilles, puis déterminer par construction géométrique les foyers principaux image  $F'$  et objet  $F$  du système optique constitué par les deux lentilles.
- 2 - Exprimer par le calcul  $\overline{F'_2F'}$  et  $\overline{F_1F}$  en fonction de  $a$ .