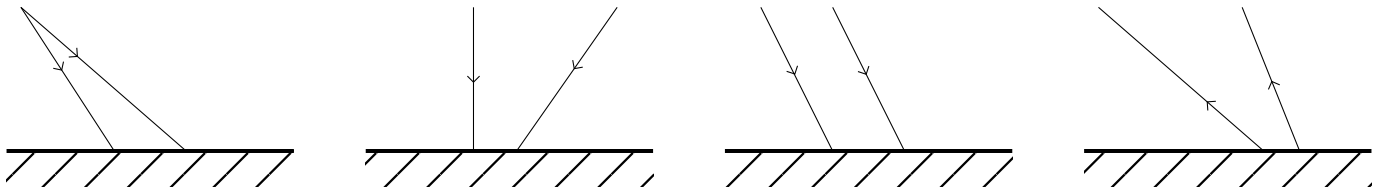


TD du chapitre 2

Exercices d'application directe du cours

Exercice n°1 Images par un miroir plan

Déterminer le faisceau réfléchi ou incident sur les figures ci-dessous. Dans chaque cas, faire apparaître clairement sur le schéma la position du point objet (nommé A) et du point image (nommé A'), et préciser leur nature (réelle/virtuelle).



Exercice n°2 Lentilles minces

- Q1. Une lentille de focale $f' = 10$ cm forme sur un écran situé à 40 cm de la lentille l'image d'un objet de hauteur $AB = 1,5$ cm. Déterminer la position de l'objet par rapport à la lentille et la taille de l'image sur l'écran de deux manières :
- Graphiquement, en faisant un schéma avec une échelle horizontale : 1 cm \leftrightarrow 5 cm, et une échelle verticale : 1 cm \leftrightarrow 1 cm
 - Par le calcul.
- Q2. Un objet AB de hauteur $L = 1$ cm est placé à 4 cm devant O_1 avec $f'_1 = 2f'_2 = 8,0$ cm et $\overline{O_1O_2} = 4$ cm. Déterminer l'image finale $A'B'$ de AB :
- Graphiquement.
 - Par le calcul.
- Q3. Sur un banc d'optique, on dispose un objet AB de 20 cm de haut à 1 m d'une lentille \mathcal{L}_1 de vergence $V_1 = 5 \delta$. On met une lentille \mathcal{L}_2 de vergence $V_2 = -10 \delta$ derrière \mathcal{L}_1 à une distance de 20 cm.
- Déterminer par construction graphique en choisissant une échelle adaptée, la position de l'image A_2B_2 de l'objet AB à travers le dispositif optique et estimer le grandissement du montage.
 - Retrouver le résultats par le calcul.
 - Dans quel sens faut-il déplacer \mathcal{L}_2 pour agrandir l'image finale A_2B_2 ?
 - Où faut-il placer \mathcal{L}_2 pour rejeter l'image A_2B_2 à l'infini ?

Exercices ★

Exercice n°3 Comment se voir entier dans un miroir ? 🎓

On considère un miroir plan de hauteur h accroché à un mur vertical. Une personne de taille t a ses yeux à une hauteur y du sol et se trouve à une distance d du miroir. On suppose que le bord supérieur du miroir est à la hauteur $\frac{t+y}{2}$, c'est à dire à mi-hauteur entre le sommet de la tête de la personne et de ses yeux.

- Q1. Déterminer graphiquement la partie de son corps que la personne voit d'elle-même dans le miroir.
- Q2. Est-ce que la partie visible du corps dans le miroir dépend de la distance d ?
- Q3. Quelle est la hauteur minimale h du miroir permettant à une personne de se voir entièrement ?
- Q4. Pourquoi a-t-on accroché le bord supérieur du miroir à mi-distance entre le sommet de la tête et les yeux ?

Exercice n°4 Étude d'une lunette astronomique 🎓

Une lunette astronomique est schématisée par deux lentilles minces convergentes de même axe optique Δ :

- \mathcal{L}_1 (objectif) de distance focale image $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$
- \mathcal{L}_2 (oculaire) de distance focale image $f'_2 = \overline{O_2F'_2}$

On souhaite observer la planète Mars qui est vue à l'œil nu sous un diamètre apparent α .

- Q1. Où se situent les objets vu nettement sans accommoder pour un œil emmétrope ?
- Q2. Pour observer la planète avec la lunette, on forme un système afocal.
- Que signifie « afocal » ? En déduire la position relative des deux lentilles ?
 - Faire le schéma de la lunette pour $f'_1 = 5f'_2$. Dessiner sur le schéma la marche à travers la lunette d'un faisceau lumineux (non parallèle à l'axe) formé de rayons issus de l'axe. On appelle $\overline{A'B'}$ l'image intermédiaire.
 - On souhaite photographier la planète. Où faut-il placer la pellicule ?
- Q3. On note α' l'angle que forment les rayons émergents extrêmes en sortie de la lunette.
- L'image est-elle droite ou renversée ?
 - La lunette est caractérisée par son grossissement $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Exprimer G en fonction de f'_1 et f'_2 .
- Q4. Le principal défaut d'une lentille est appelé défaut d'aberrations chromatiques : expliquer brièvement l'origine de ce défaut et ses conséquences. Pour quelle raison un miroir n'a-t-il pas ce défaut ?
- Q5. On veut augmenter le grossissement de cette lunette et redresser l'image. Pour cela on interpose entre \mathcal{L}_1 et \mathcal{L}_2 une nouvelle lentille convergente \mathcal{L}_3 de distance focale $f'_3 = \overline{O_3F'_3}$. L'oculaire \mathcal{L}_2 est déplacé pour avoir de la planète une image nette à l'infini à travers le nouvel ensemble optique.
- Quel couple de points doit conjuguer \mathcal{L}_3 pour qu'il en soit ainsi ?
 - On appelle γ_3 le grandissement de la lentille \mathcal{L}_3 . En déduire $\overline{O_3F'_1}$ en fonction de f'_3 et γ_3 .
 - Faire un schéma (On placera O_3 entre F'_1 et F'_2 et on appellera $\overline{A'B'}$ la première image intermédiaire et $\overline{A''B''}$ la seconde image intermédiaire).
 - En déduire le nouveau grossissement G' en fonction de G et γ_3 . Comparer G' à G en signe et en valeur absolue.

Exercice n°5 L'œil et ses défauts 

Pour un œil normal (emmétrope), la distance rétine-cristallin, est anatomiquement invariable. Quelle que soit l'accommodation, elle vaut en moyenne 16,7 mm.

- Q1. Calculer les valeurs extrêmes de la vergence de la lentille modélisant l'ensemble {cornée + cristallin} pour un punctum proximum (PP) situé à 25,0 cm et un punctum remotum (PR) situé à l'infini.
- Q2. L'œil en vieillissant perd son pouvoir d'accommodation. Le PR n'est pas modifié, mais la vergence du cristallin ne peut plus varier que de 4δ , 1δ et $0,25\delta$, respectivement à 33, 45 et 70 ans. Déterminer la position des PP.
- Q3. Le pouvoir de résolution de l'œil évolue peu avec l'âge. Quelle est la taille du plus petit objet que l'œil pourra résoudre à 33, 45 et 70 ans ?

On s'intéresse maintenant à un individu très myope dont le PR est situé à 11,0 cm.

- Q4. Un opticien lui propose une paire de lunettes telle que la distance œil-lunettes soit de 1,0 cm. Quelle vergence doit-il choisir ?

Chez l'hypermétrope, le punctum remotum est situé derrière l'œil. Chez les jeunes hypermétropes, les efforts d'accommodation permettent à l'œil de « compenser » l'hypermétropie, mais peuvent provoquer des symptômes de fatigue visuelle.

- Q5. Pour corriger l'hypermétropie d'un jeune patient, il doit porter des lunettes de vergence $+2\delta$ (les verres étant situés 1 cm devant ses yeux). Déterminer la position de son PR sans correction.

Exercices ★ ★

Exercice n°6 Profondeur de champ d'un appareil photo

L'objectif d'un appareil photographique numérique à mise au point fixe est constitué d'une seule lentille, de distance focale $f' = 50$ mm, limitée par une monture de rayon R .

Son nombre d'ouverture, donné par le rapport entre la distance focale de l'objectif et le diamètre d'ouverture du diaphragme, également fixe, est :

$$N = \frac{f'}{2R} = 11$$

La position de la pellicule est telle que l'image d'un objet, de hauteur $h = 2$ m et situé à une distance d_0 du foyer objet, soit nette et longue de $h' = 35$ mm.

- Q1. Déterminer la valeur d_0 ainsi que la distance d'_0 entre la pellicule et le foyer image.
- Q2. Un objet ponctuel est situé sur l'axe optique, à une distance d (différente de d_0) du foyer objet. Déterminer le rayon r de la tache image obtenue sur la pellicule. (On supposera que d reste grand devant f').
- Q3. On considère que la netteté de l'image est acceptable si, après un agrandissement de rapport 25, le rayon de la tache image d'un objet ponctuel n'excède pas 1 mm. L'image d'un objet à l'infini est-elle « nette » ? Déterminer la profondeur de champ, c'est à dire l'ensemble des valeurs de d pour lesquelles l'image est considérée comme nette.

Exercice n°7 Étude géométrique d'un microscope

Un microscope optique permet d'observer des globules sanguins. Il est modélisé par deux lentilles minces convergentes \mathcal{L}_1 pour l'objectif de distance focale f'_1 et \mathcal{L}_2 pour l'oculaire de distance focale f'_2 . Il est réglé pour donner une image à l'infini d'un objet réel AB perpendiculaire à l'axe optique, A étant sur l'axe optique, légèrement en avant du foyer de l'objectif. Cette image est observée par un œil emmétrope (normal) placé au voisinage du foyer image de l'oculaire. On notera $A'B'$ l'image intermédiaire.

Le microscope porte les indications suivantes :

- $\times 40$ pour l'objectif, ce qui signifie que la valeur absolue du grandissement de l'objet AB par l'objectif est de 40.
- $\times 10$ pour l'oculaire, ce qui signifie que le grossissement commercial ou rapport entre l'angle sous lequel on voit l'image à l'infini d'un objet situé à travers l'oculaire seul et l'angle sous lequel on voit ce même objet à l'œil nu lorsqu'il est situé à la distance minimale de vision distincte δ vaut 10.
- $\omega_0 = 0,65$ pour l'ouverture numérique ou valeur de $n \sin u$ avec n le milieu dans lequel se trouve l'objectif et u l'angle maximum des rayons issus de A arrivant sur l'objectif.
- $\Delta = 16$ cm pour l'intervalle optique ou distance entre le foyer image F'_1 de l'objectif et le foyer objet F_2 de l'oculaire.

- Q1. Faire un schéma du dispositif (sans respecter l'échelle) et tracer la marche de deux rayons lumineux issus du point B de l'objet AB , l'un émis parallèlement à l'axe optique et l'autre passant par le foyer objet de l'objectif.
- Q2. En utilisant le grossissement commercial, déterminer la distance focale f'_2 de l'oculaire.
- Q3. Déterminer la distance focale f'_1 de l'objectif. On pourra utiliser le grandissement de l'objectif.
- Q4. Calculer la distance O_1A permettant de positionner l'objet.
- Q5. Déterminer la latitude de mise au point à savoir la variation de la distance O_1A compatible avec l'observation d'une image par l'œil situé au foyer image de l'oculaire.
- Q6. Calculer l'angle u intervenant dans l'ouverture numérique pour un objectif placé dans l'air. Le microscope est-il utilisé dans les conditions de Gauss ? Quel type d'aberrations doit-on corriger ?
- Q7. Déterminer la position et la taille du cercle oculaire, défini comme l'image de la monture de l'objectif à travers l'oculaire. Quel est l'intérêt de placer l'œil dans le plan du cercle oculaire ?