

Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

Dispositifs constitués d'une lentille

1. Loupe de détective ☺

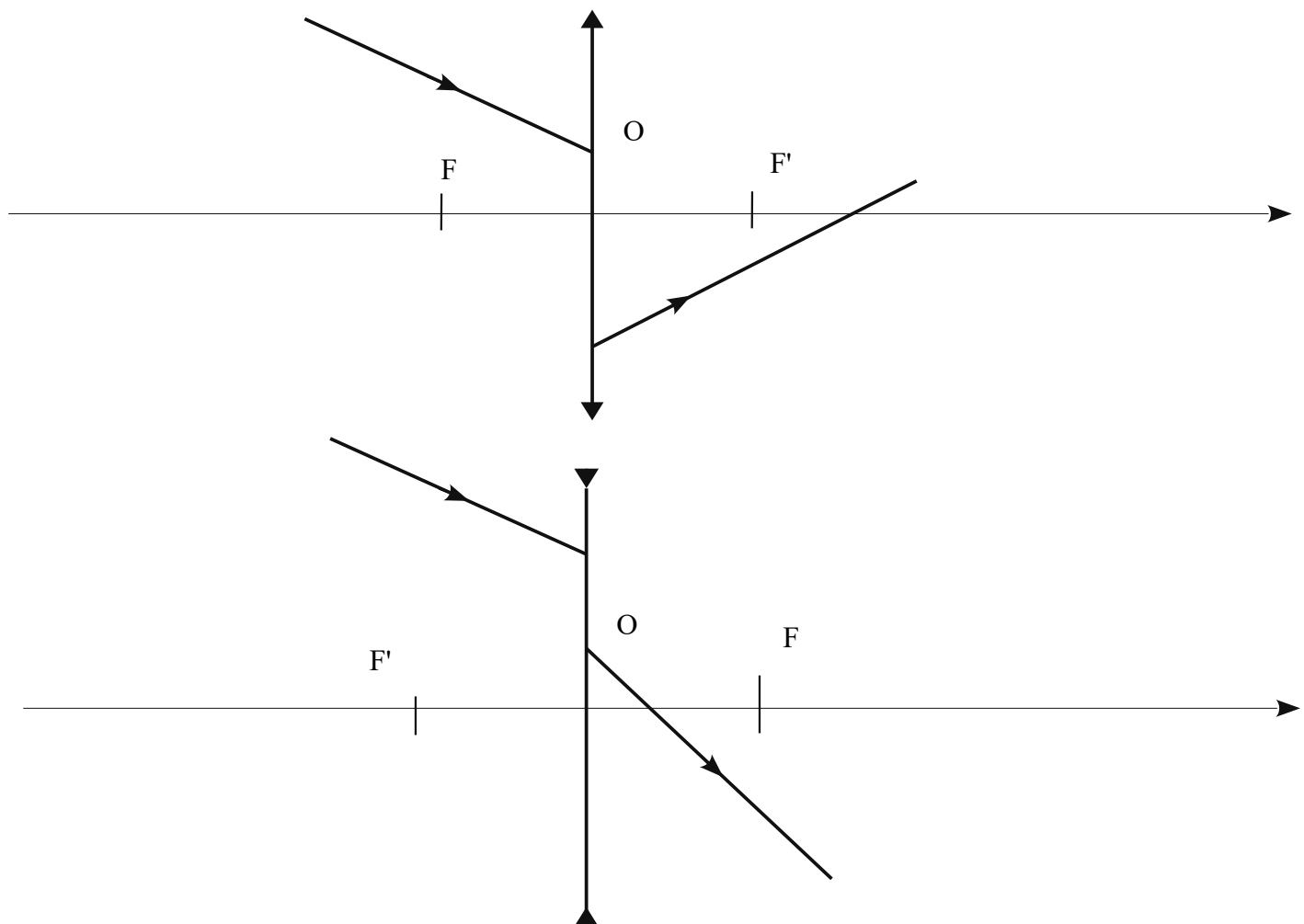
A l'aide d'une loupe de distance focale $f' = 5,0\text{cm}$, un détective observe une petite tache de taille $AB = 1,0\text{mm}$ sur le sol du lieu d'une enquête policière. Le sol est à une distance $d = 4,0\text{cm}$ de la loupe.

1) Déterminer numériquement puis graphiquement la position et la taille de l'image. L'image est-elle droite ou renversée ? Réelle ou virtuelle ? Réduite ou agrandie ?

2) La vision du détective est normale, il peut donc voir des objets placés à plus de 25cm de son œil. A quelle distance minimale de la loupe doit-il placer son œil pour être capable de voir l'image de la tache.

2. Tracés de rayons lumineux ☺

Compléter les schémas ci-dessous par le rayon incident et le rayon émergent manquant :



3. Appareil photo 24×36 ☺☺

L'objectif d'un appareil photo est assimilable à une lentille mince de distance focale $f' = 5,00\text{ cm}$. L'émulsion sensible est disposée sur une plaque rectangulaire centrée sur l'axe, de dimension $24\text{ mm} \times 36\text{ mm}$.

1) La mise au point est faite sur l'infini, ce qui définit une position P_0 pour la plaque sur l'axe.

a – De combien et dans quel sens faut-il déplacer la plaque si l'on veut photographier un objet A placé à 5 m de l'objectif ?

b – La mise au point ne permet pas d'éloigner la plaque à plus de 5 mm de P_0 . Déterminer la distance minimale d'un objet par rapport à l'objectif pour obtenir une photographie nette.

2) Dans le cas a) de la mise au point, l'objet étant à 5 m , déterminer les dimensions de la portion de plan photographiée.

Rep. : 1a) Il faut reculer l'écran de $0,5\text{mm}$; 1b) $D_{\min} = 55\text{cm}$; 2) $2,38\text{m} \times 3,56\text{m}$

4. Observation d'un livre à l'envers par une lentille convergente (d'après ENAC) ☺☺

Une lentille donne d'un objet AB une image A'B' située 40cm derrière son foyer F' avec un grandissement $\gamma = -2,0$.

a) Quelle est la vergence de cette lentille en dioptries ?

b) Donner la distance $\overline{OA}$ où se trouve l'objet.

c) Cette lentille forme l'image réelle de la page d'un livre, cette image se trouve à la distance précédente. Un lecteur accommode au maximum de façon à observer l'image à son punctum proximum à une distance $d_m = 25\text{cm}$ de son œil. Sachant que l'œil a une résolution angulaire $\varepsilon_m = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{rad}$, estimer la taille minimale $h_{\min}$ de la plus petite lettre qu'il peut distinguer en utilisant la lentille. Faire un schéma pour expliquer la démarche.

Rep : a) $V = 5,0\delta$; b) $\overline{OA} = -30\text{cm}$; 3) $h_{\min} = 38\mu\text{m}$

5. Projection sur un écran ☺☺

1) L'objectif d'un projecteur de diapositive est assimilé à une lentille mince convergente qui donne, d'un objet réel, une image inverse et de même dimension, sur un écran placé à $D = 0,2\text{m}$ de l'objet. Calculer la distance focale image f'_p de cet objectif.

2) Le projecteur précédent forme l'image d'une diapositive de format $24 \times 36\text{mm}^2$ sur un écran situé à $4,5\text{m}$ de la diapositive. Quelle est la taille de l'image sur l'écran ?

Rep : 1) $f'_p = 5\text{cm}$; 2) $(2,1 \times 3,2)\text{m}^2$

6. Variation de la vergence de l'œil ☺☺

Un œil normal est modélisé par un ensemble lentille convergente L-plan rétinien séparés d'une distance d fixe. On note V la vergence de L, V varie du fait de l'accommodation.

1) Lors de l'observation à l'infini, quelle relation peut-on écrire entre d et la vergence V_0 de l'œil au repos ?

2) L'objet se rapproche depuis l'infini à une distance finie : $D_1 = 1\text{m}$, puis $D_2 = 25\text{cm}$. Déterminer l'augmentation de la vergence dans chaque cas.

3) Avec l'âge le cristallin devient moins élastique et les muscles ciliaires ne parviennent plus à effectuer une accommodation aussi importante : On parle de presbytie. Si l'œil d'un sujet âgé ne permet plus qu'une augmentation maximale de vergence de $\Delta V_{\max} = 0,5\delta$, à quelle distance minimale $D_{\min}$ doit-on se situer pour être vu nettement ?

4) Pour quelles activités le phénomène de presbytie impose-t-il le port de verres correcteurs à un sujet n'ayant jamais porté de lunettes de sa vie ? Quel type de verres correcteurs faut-il ?

Rep : 2) $\Delta V_1 = 1\delta$; $\Delta V_2 = 4\delta$ 3) $D_{\min} = 2\text{m}$

7. Latitude de mise au point et profondeur de champ (d'après centrale-Supélec 2015) ☺☺☺

On désire photographier un individu, debout, de taille $h = 1,80\text{m}$ à l'aide d'un objectif EF 50 mm 1:1.2 L USM, assimilable à une lentille mince convergente (L), de distance focale image fixe $f' = 50,0\text{mm}$, associée à un diaphragme de rayon R réglable, supposé placé dans le plan de la lentille mince. Le capteur d'image du boîtier EOS 600D est une matrice contenant 18,7 millions de pixels identiques carrés de côté a disposés dans une matrice rectangulaire de longueur $h_1 = 22,3\text{mm}$ et de hauteur $h_2 = 14,9\text{mm}$.

Le sujet, photographié de face, est situé à une distance D du capteur et à une distance d de la lentille (L). Lorsque le photographe effectue la mise au point sur ce sujet, son image occupe toute la hauteur du capteur en format paysage.

1. Déterminer numériquement les distances d , D et a .

2. La latitude de mise au point est la distance, comptée sur l'axe optique, qui sépare les deux positions extrêmes de la lentille (L) entre lesquelles l'image d'un point objet formée sur le récepteur garde une netteté acceptable, c'est-à-dire ici qu'elle soit de taille inférieure à a , taille caractéristique d'un pixel.

Le nombre d'ouverture N de l'objectif est défini par la relation $N = \frac{f'}{2R}$. Pour l'objectif considéré, il est variable dans l'intervalle $[1,2; 16]$.

a) Comment faire varier N en pratique ?

b) Faire un schéma représentant les deux positions extrêmes O_1 et O_2 de la lentille. Exprimer littéralement la latitude de mise au point $|\overline{O_1 O_2}|$ en fonction de D , f' , N et a . Calculer sa valeur numérique pour les valeurs minimale et maximale de N . Commenter.

c) La profondeur de champ, quant à elle, désigne la distance, comptée sur l'axe optique, qui sépare les deux positions extrêmes d'un point objet situé sur cet axe pour lesquelles l'image reste nette. On montre que la profondeur de champ est d'autant plus grande que le nombre d'ouverture est grand. Pour réaliser le portrait de l'individu, la latitude de mise au point doit être grande ou faible ?

Rep 1) $d = 6,04\text{m}$, $D = 6,09\text{m}$, $a = 4,22\mu\text{m}$