

Lentilles minces dans l'approximation de Gauss

1. Loupe de détective ☺

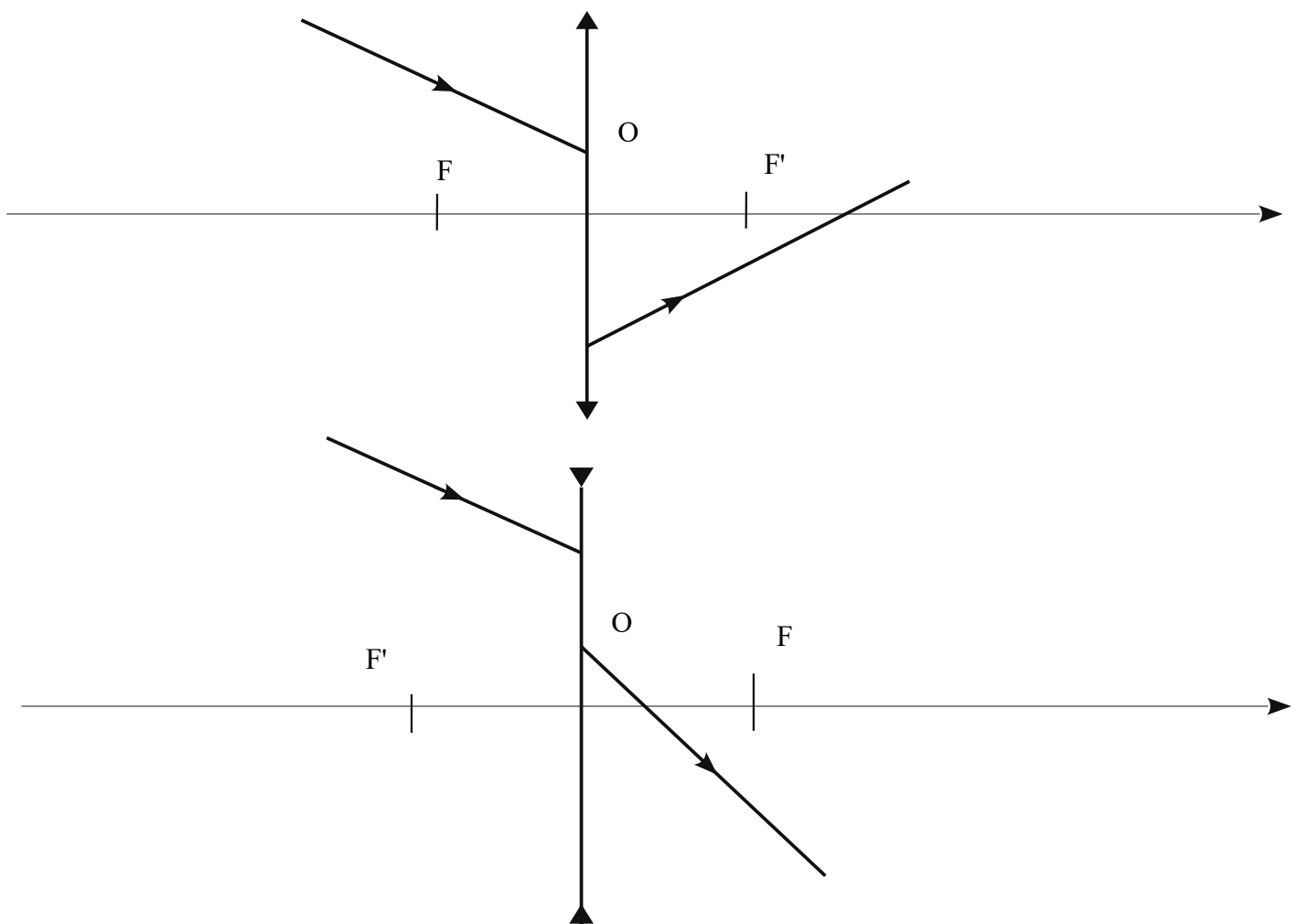
A l'aide d'une loupe de distance focale $f' = 5,0 \text{ cm}$, un détective observe une petite tache de taille $AB = 1,0 \text{ mm}$ sur le sol du lieu d'une enquête policière. Le sol est à une distance $d = 4,0 \text{ cm}$ de la loupe.

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 25 cm 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. Pouvoir séparateur de l'œil ☺☺

Le pouvoir séparateur d'un œil est $\alpha_{\min} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$, c'est-à-dire que deux points peuvent être vus distinctement si leur écart angulaire est supérieur à cette valeur.

1) Jusqu'à quelle distance x cet œil peut-il distinguer deux traits parallèles séparés de 2,0 mm ?

2) Quelle doit être la hauteur $h = 5d$ de la lettre E (représentée ci-contre) d'un panneau autoroutier pour être lue à 250 m ?



3) Si on assimile l'œil à une lentille convergente associée à un écran (rétine) placé à une distance fixe $L = 20 \text{ mm}$ derrière, quelle est la taille moyenne d'un récepteur, modélisé par un carré de côté a , de la rétine ?

Rep. : 1) $x_{\max} = 6,7 \text{ m}$; 2) $h > 37,5 \text{ cm}$; 3) $a = 6 \mu\text{m}$

4. 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) $(2,1 \times 3,2) \text{ m}^2$

5. Photographie de la lune ☺☺

On assimile l'objectif d'un appareil photographique à une lentille mince convergente de distance focale image $f'_a = 135 \text{ mm}$. On désire photographier une toile de maître située à 3 m en avant de l'objectif.

1) A quelle distance $p' > 0$, en arrière de l'objectif, faut-il placer la pellicule photographique pour obtenir une image nette de la toile ?

2) Cet appareil photographique est utilisé pour photographier le ciel nocturne. Son format est le 24×36 , ce qui signifie que la pellicule photographique mesure $h = 24 \text{ mm}$ de hauteur et $l = 36 \text{ mm}$ de largeur. Quel est le champ angulaire du ciel photographié ?

3) Calculer, en minutes d'arc ($'$), le diamètre apparent θ du disque lunaire (angle sous lequel on voit le disque) vu par l'objectif de l'appareil photographique. On supposera la Lune sphérique, de rayon $R = 1740 \text{ km}$, et de centre situé à $D = 384000 \text{ km}$ de l'objectif.

4) Avec cet appareil, on photographie la pleine Lune, l'axe optique de l'objectif étant dirigé vers le centre du disque lunaire. On effectue un tirage de la pellicule sur du papier format $(10 \times 15) \text{ cm}^2$. Quel est le diamètre d du disque lunaire sur le papier ?

Rep : 1) $p' = 141 \text{ mm}$; 2) $10^\circ \times 15^\circ$; 3) $\theta = 31'$; 4) $d = 5,1 \text{ mm}$

6. Principe du téléobjectif ☺☺

A l'aide d'une lentille mince convergente L_1 , de distance focale $f'_1 = 20 \text{ cm}$, on photographie une tour de hauteur $h_1 = 30 \text{ m}$ située à une distance $D = 3 \text{ km}$.

a. Quelle sera sur le cliché, la hauteur h'_1 de l'image obtenue ? L'image est-elle droite ou renversée ?

b. On place à $15,5 \text{ cm}$ en arrière de la première lentille, une lentille mince divergente L_2 de distance focale $f'_2 = -5 \text{ cm}$. L'ensemble des deux lentilles constitue un téléobjectif. Quelle est la hauteur h'_2 de la nouvelle image ? Est-elle droite ou renversée ?

c. Quelle est la distance E de la première lentille à la plaque photographique (encombrement) ?

d. Quelle serait la distance focale d'une lentille mince convergente qui donnerait à elle seule une image de même dimension que la précédente ? Quel serait alors l'encombrement du dispositif ?

Rep : a) $h'_1 = 2 \text{ mm}$; b) $h'_2 = 20 \text{ mm}$; c) $E = 60,5 \text{ cm}$; d) $f' = 2 \text{ m}$

7. Défauts de L'œil ☺☺

1. Description d'un œil normal:

Le document 1 représente une coupe de l'œil.

a) Quel est le rôle de la pupille, du cristallin, de la rétine, du nerf optique.

b) Comment le cerveau interprète-t-il l'image reçue ?

2. Accommodation pour un œil normal

a) Un œil au repos voit net à une distance D_m correspondant au **punctum remotum PR**. Que vaut D_m ? Faire un schéma.

b) En accommodant, l'œil augmente sa convergence. Le **punctum proximum PP** correspond à la distance minimale d_m de vision distincte. Que vaut d_m ? Faire un schéma.

c) On modélise un œil normal par une lentille convergente, de vergence variable, placée à $L = 15,0 \text{ mm}$ de la rétine. Calculer le domaine dans lequel cette vergence varie.

3. Correction des défauts

a) Un œil de myope a la même vergence, mais la distance lentille rétine est de $L_m = 15,2 \text{ mm}$. Déterminer le **PR** et le **PP** de cet œil. Quelle est la vergence de la lentille de contact à utiliser pour corriger cet œil ?

b) Un œil hypermétrope a la même vergence, mais la distance lentille rétine est de $L_h = 14,8 \text{ mm}$. Déterminer le **PR** et le **PP** de cet œil. Quelle est la vergence de la lentille de contact à utiliser pour corriger cet œil ?

Rep : 2c) $66,7 \delta < V_{\text{œil}} < 70,7 \delta$; 3a) $D_m = 1,14 \text{ m}$; $d_m = 20,5 \text{ cm}$; $V_L = -0,88 \delta$; 3b) $D_m = -1,11 \text{ m}$; $d_m = 32,3 \text{ cm}$; $V_L = -0,90 \delta$

