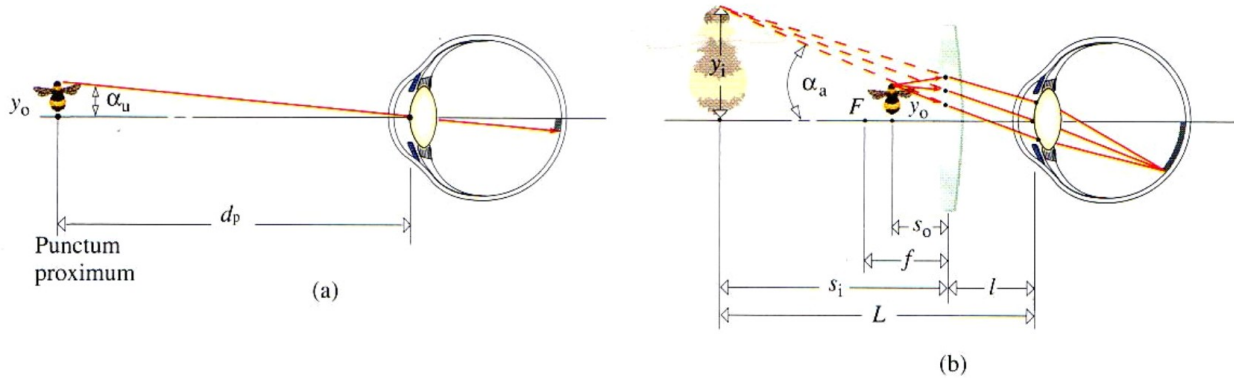


I- Une allumette de longueur $AB = 5,00$ cm est placée à $OA = 10$ cm d'une lentille divergente mince de distance focale $f' = -30$ cm. Déterminez la position et la taille de l'image $A'B'$ et décrivez-la. Tracez un schéma approprié de la situation.

II- (a) Un objet est observé directement en le plaçant au punctum proximum. L'image sur la rétine est alors la plus grande possible. (b) Lorsqu'on utilise une loupe, le même objet produit une image rétinienne beaucoup plus grande.



Pour une observation sans fatigue de l'œil, l'image de l'abeille à travers la loupe est regardée à l'infini.

- 1°) Faire un schéma correspondant à cette situation.
- 2°) Calculer le grossissement de la loupe.
- 3°) Comment choisir la loupe afin d'obtenir le plus fort grossissement ?

III- Une lunette de visée est composée d'un oculaire et un objectif de distances focales respectives 1 cm et 8 cm. Une règle graduée au demi-millimètre est placée dans le plan focal objet de l'oculaire. La distance oculaire-objectif est de 10 cm.

- 1°) L'œil voit net sans accommoder l'image de l'objet à l'infini. Calculer la distance d entre l'objet et l'objectif.
- 2°) Quelle est la taille d'un objet dont la taille lue sur la règle est de 5 mm ?

IV- L'œil voit sans accommoder les objets situés à l'infini et en accommodant les objets situés à une distance supérieure à $d_m = 25$ cm distance minimale de vision distincte.

Un viseur constitué d'un objectif L_1 de distance focale $f'_1 = 10$ cm, de diamètre $d_1 = 3$ cm et d'un oculaire L_2 de distance focale $f'_2 = 2$ cm.

Le viseur est réglé de manière à viser à 20 cm de la face d'entrée de l'objectif, c'est à dire que l'œil regardant à travers le viseur voit nettement et sans accommoder les objets situés dans le plan de front situé à 20 cm devant L_1 .

- 1°) Quelle est la distance l entre les deux lentilles ?
- 2°) Déterminer la position et le diamètre du cercle oculaire c'est à dire de l'image de l'objectif donné par l'oculaire.
- 3°) Quelle région de l'espace objet l'observateur peut-il voir en accommodant à travers le viseur ?

V- Etude d'une lunette astronomique

Sur l'emballage d'une lunette astronomique, on trouve la description suivante : « *Lunette astronomique équipée d'une superbe monture équatoriale permettant un suivi parfait des astres lors des observations. C'est un appareil de très belle finition, la focale de 800 mm associée à un objectif achromatique de diamètre 60 mm rigoureusement surfacé améliore la qualité optique.*

Cet instrument très complet est livré avec trois oculaires de focales : 6, 12,5 et 20 mm.

Grossissements : 133X, 64X, 40X. »

A- L'objectif

1°) Pour mesurer la distance focale f_{ob} de l'objectif, on le démonte soigneusement de son tube support, puis on le place perpendiculairement à la direction du soleil pour observer sur un carton, également perpendiculaire à cette direction, la tache lumineuse obtenue. Il constate alors que le diamètre de la tache est minimal pour une distance entre ce carton et le centre de l'objectif égale à 800 mm.

Quelle distance focale f'_{ob} peut-on en déduire ? Ce résultat est-il en accord avec le texte ? Justifier le raisonnement avec un schéma.

2°) Sachant que le diamètre d_s du Soleil est d'environ $1,4 \cdot 10^6$ km, que D à la Terre est de $1,5 \cdot 10^8$ km, calculer le diamètre d_T de la tache observée.

3°) A quels défauts des lentilles minces relatifs à la lumière non monochromatique remédie cet objectif dit « achromatique » ?

B- Les oculaires

Trois oculaires, de distance focales f'_{oc} respectivement égales à 6, 12,5 et 20 mm, sont fournies avec la lunette. On constate qu'ils peuvent servir de loupe pour examiner un texte dont les lettres ont $\ell = 0,8$ mm de hauteur moyenne.

1°) Sous quel angle θ ces lettres seront-elles vues, à l'œil nu, si on place notre œil à $d = 30$ cm de la feuille ?

2°) A quelle distance de la feuille faut-il placer le centre de chacun des oculaires, pour pouvoir voir le texte grossi, sans accommoder (l'image du texte dans l'oculaire doit se trouver à l'infini) ?

3°) a- Avec lequel des oculaires le texte paraîtra-t-il le plus gros ?

b- Sous quel angle θ' l'image d'une lettre sera-t-elle vue avec cet oculaire ?

En déduire le grossissement de l'oculaire $G = \frac{\theta'}{\theta}$.

On admet que pour un petit angle u exprimé en radians : $\tan(u) = u$.

C- La lunette

On observe maintenant le ciel nocturne à travers la lunette, équipé avec l'un des oculaires. On effectue les réglages de telle sorte que l'image dans l'instrument d'un objet céleste soit à l'infini.

1°) Quelle doit être, en fonction de f'_{ob} et f'_{oc} la distance D entre les centres optiques de l'oculaire et de l'objectif pour qu'il en soit ainsi ?

2°) Représenter le dispositif sur un schéma à l'échelle 1/40^{ème} ; on prendra $f'_{oc} = 20$ mm.

3°) On pointe la lunette vers la planète Vénus dont le diamètre apparent à l'œil nu est de $\theta = 1,0$ minute.

Représenter sur le schéma précédent le trajet dans la lunette, d'un rayon lumineux incliné d'un angle θ (on le prendra sur le schéma pour une meilleure visibilité d'une valeur quelconque) sur l'axe optique sur l'axe optique, mais passant par le centre optique de l'objectif. on notera θ' l'angle que fait, avec l'axe optique le rayon émergeant correspondant.

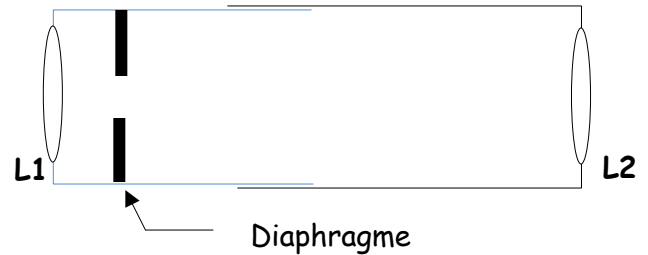
4°) Dans le cas où θ est petit, exprimer le grossissement G_L de la lunette en fonction des distances focales f'_{ob} et f'_{oc} de l'objectif et de l'oculaire.

5°) Application numérique : calculer numériquement le grossissement obtenu et l'angle sous lequel Vénus sera vu avec chacun des oculaires. Ces grossissements sont-ils conformes à ceux annoncés par le fabricant ?

6°) En dirigeant la lunette vers un objet très lumineux comme le Soleil, on observe sur un écran le faisceau lumineux émergeant de l'oculaire. Ce dernier est de diamètre minimal en un point déterminé. Que représente en ce point l'image observée ? Quelle est son importance physique ? A quelle distance du centre optique de l'oculaire se situe-t-il ?

VI- Une maquette de microscope est constituée des éléments suivants :

- une lentille mince convergente L_1 , de centre optique O_1 et de distance focale $f'_1 = 30$ mm appelée objectif ;
- une lentille mince convergente L_2 qui a même axe optique que L_1 , de centre optique O_2 et de distance focale $f'_2 = f'_1 = 30$ mm, appelée oculaire ;
- deux tubes pouvant coulisser l'un dans l'autre : la lentille L_1 est fixée sur le premier et la lentille L_2 est fixée sur le second. L'intervalle optique du microscope, c'est-à-dire la distance $\Delta = \overline{F'_1 F'_2}$ sera prise égale à 110 mm ;
- l'objet AB est un quadrillage millimétré éclairé, perpendiculaire à l'axe optique. Il se trouve placé à environ à quelques centimètres de la lentille L_2 .



1°) Diaphragme

Pourquoi la qualité de l'image est-elle améliorée lorsqu'on superpose un diaphragme de faible diamètre sur l'objectif ?

2°) Image intermédiaire

L'image finale est vue nette à l'infini par l'observateur ayant un œil normal

a- Où doit donc se trouver l'image intermédiaire $A'B'$ de l'objet AB donnée par l'objectif ?

b- En déduire par le calcul la position de l'objet AB .

c- La hauteur de l'objet étant égale à 4,0 mm, calculer celle de $A'B'$.

d- Calculer le grandissement γ de l'objectif.

e- Exprimer le grandissement de l'objectif en fonction de l'intervalle optique Δ et de la distance focale de l'objectif f'_1 . Retrouver la valeur de γ .

3°) Construction de la marche de rayons lumineux à travers le microscope.

a- A l'échelle 1, sur papier millimétré, placer :

- les deux lentilles et leurs foyers respectifs ;
- l'objet AB précédent.

b- Construire l'image $A'B'$ de AB . Compléter la marche des rayons lumineux ayant servi à cette construction, jusqu'à la sortie du microscope.

4°) Grossissement

Pour tous les angles envisagés, on admettra l'approximation suivante : $\tan(\alpha) \approx \alpha$ (α exprimé en radian).

a- Calculer le diamètre apparent α en radian, d'un objet AB de hauteur 4,0 mm et distant de l'observateur de $L = 250$ mm.

b- α' est l'angle sous lequel l'œil, placé au foyer image F'_2 de l'oculaire, voit l'image définitive $A''B''$. Le positionner sur le schéma et calculer sa valeur.

c- On appelle le grossissement du microscope le rapport $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$. Calculer G .

d-

- Exprimer le grossissement G_{oc} de l'oculaire.
- Démontrer que le grossissement du microscope s'écrit $G = G_{oc} \times \gamma$.
- Retrouver la valeur du grossissement du microscope.