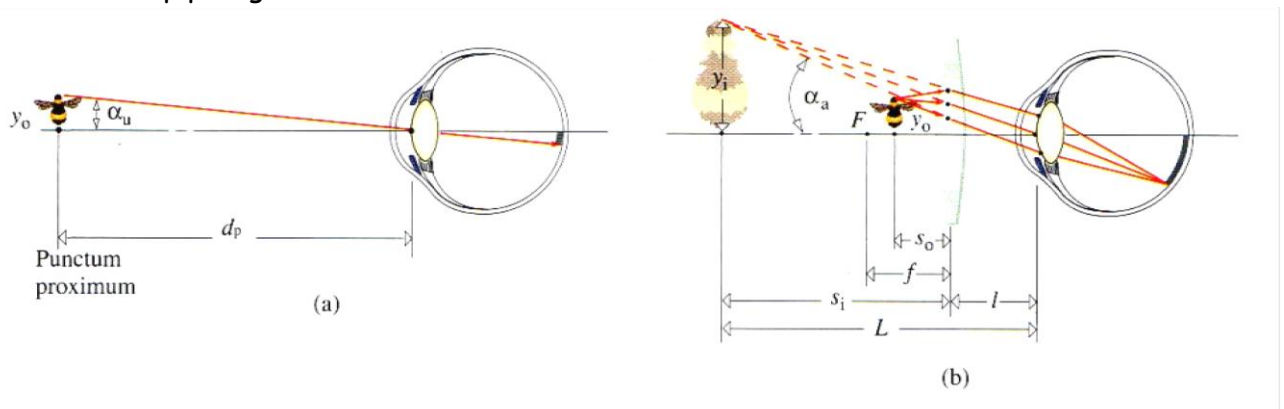


I- Une allumette de longueur $AB = 5,00$ cm est placée à $OA = 10$ cm d'une lentille divergente mince de distance focale $f' = -30$ cm. Déterminez la position et la taille de l'image $A'B'$ et décrivez-la. Tracez un schéma approprié de la situation.

II- Un rétroprojecteur est constitué d'une lentille convergente de projection L , de $f' = 48$ cm de focale et d'un miroir plan incliné à 45° et placé à 10 cm de L . Sachant que la distance séparant le centre de la lentille de l'écran d'observation est de $2,3$ m, comment faut-il placer la feuille transparente à projeter ? En déduire le grandissement. Construction géométrique.

III- (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 ?

IV- 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 ?

V- 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 .

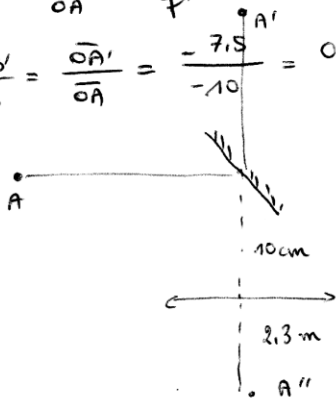
- 1°) Quelle est la distance l entre les deux lentilles ?
- 2°) Déterminer la position et le diamètre du cercle oculaire c'est à dire de l'image de l'objectif donné par l'oculaire.
- 3°) Soit AB un petit objet du plan de front situé à 20 cm en avant de L_1 et α' l'angle sous lequel l'observateur voit AB à travers le viseur. Calculer le rapport $P = \alpha'/AB$
- 4°) Quelle région de l'espace objet l'observateur peut-il voir en accommodant à travers le viseur ?

Formation des images avec des lentilles minces

I $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$ $\Rightarrow \overline{OA'} = \left(\frac{1}{f'} + \frac{1}{OA} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{-30} + \frac{1}{-10} \right)^{-1} = -7,5 \text{ cm.}$

$\frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} = \frac{-7,5}{-10} = 0,75$ Image virtuelle, droite, plus petite.

II

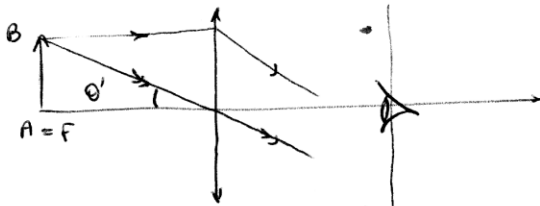


$A \xrightarrow{M} A' \xrightarrow{L} A''$

$\frac{1}{OA''} - \frac{1}{OA'} = \frac{1}{f'} \Rightarrow \overline{OA'} = \left(-\frac{1}{f'} - \frac{1}{OA''} \right)^{-1} = -0,40 \text{ m}$

$\gamma = \frac{\overline{OA''}}{\overline{OA'}} = -5,8$

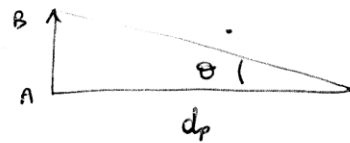
III



Vue à travers la loupe

$\theta' \approx \tan \theta = \frac{AB}{f'}$

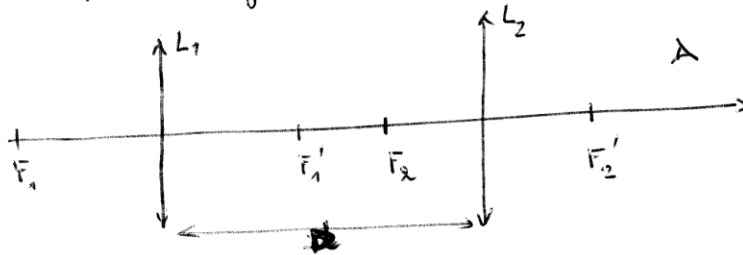
$G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{AB/f'}{AB/d_p} = \boxed{\frac{d_p}{f'} = G}$



Vue directe : θ est le diamètre apparent : l'œil voit l'objet sous l'angle θ
 $\theta \approx \frac{AB}{d_p}$

le grossissement est d'autant plus important que la distance focale est petite (et la vergence est grande).

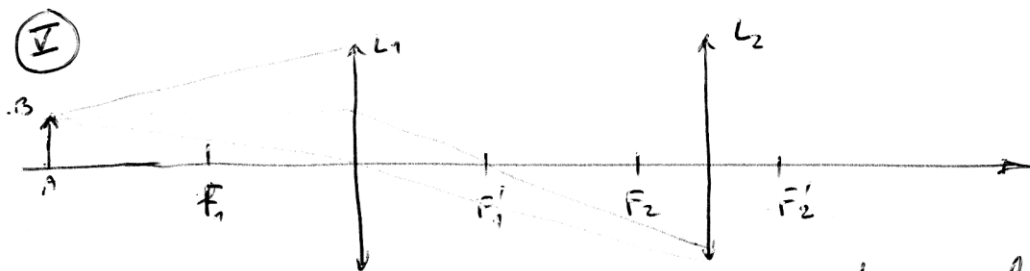
IV



$A \xrightarrow{L_1} A' \xrightarrow{L_2} A''$

$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \overline{OA} = \left(\frac{1}{OA'} - \frac{1}{f'_1} \right)^{-1} = \left(\frac{1}{-2 \cdot f'_2} - \frac{1}{f'_1} \right)^{-1} = -2 \text{ cm}$

$\frac{\overline{A'B}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \Rightarrow \overline{AB} = \frac{5 \times 2}{9} = 1,1 \text{ mm}$



1) Comme en IV

$$\frac{1}{b - p_2'} - \frac{1}{q_A} = \frac{1}{f_1'} \Rightarrow b = \left(\frac{1}{f_1'} + \frac{1}{c_{1A}} \right)^{-1} + p_2'$$

$$= 22 \text{ cm}$$

2)

$$\frac{1}{\overline{O_2 C}} - \frac{1}{\overline{O_2 O_1}} = \frac{1}{f_2'} \Rightarrow \overline{O_2 C} = \left(\frac{1}{f_2'} + \frac{1}{\overline{O_2 O_1}} \right)^{-1} = 2,2 \text{ cm}$$

$$\frac{\overline{C_1 C_2'}}{\overline{O_1 O_1'}} = \frac{\overline{O_2 C}}{\overline{O_2 O_1}} \Rightarrow \overline{C_1 C_2'} = \overline{O_1 O_1'} \times \frac{\overline{O_2 C}}{\overline{O_2 O_1}} = 0,3 \text{ cm}$$

3)

$$\alpha' \approx \frac{A'B'}{f_2'} = \frac{\overline{O_1 A'}}{\overline{O_1 A'}} \times \frac{\overline{AB}}{f_2'} = \frac{d}{l - f_2'} \times \frac{\overline{AB}}{f_2'}$$

$$P = \frac{\alpha'}{\overline{AB}} = \frac{d}{(l - f_2')(f_2')} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^{-1}$$

4) Si l'œil accommodé et est positionné en C, il voit un point A'' tel que $\overline{CA''} = -25 \text{ cm}$.

$$\frac{1}{\overline{O_1 A''}} - \frac{1}{\overline{O_2 A'}} = \frac{1}{f_2'} \Rightarrow \overline{O_2 A'} = \left(\frac{1}{\overline{O_2 A''}} - \frac{1}{f_2'} \right)^{-1}$$

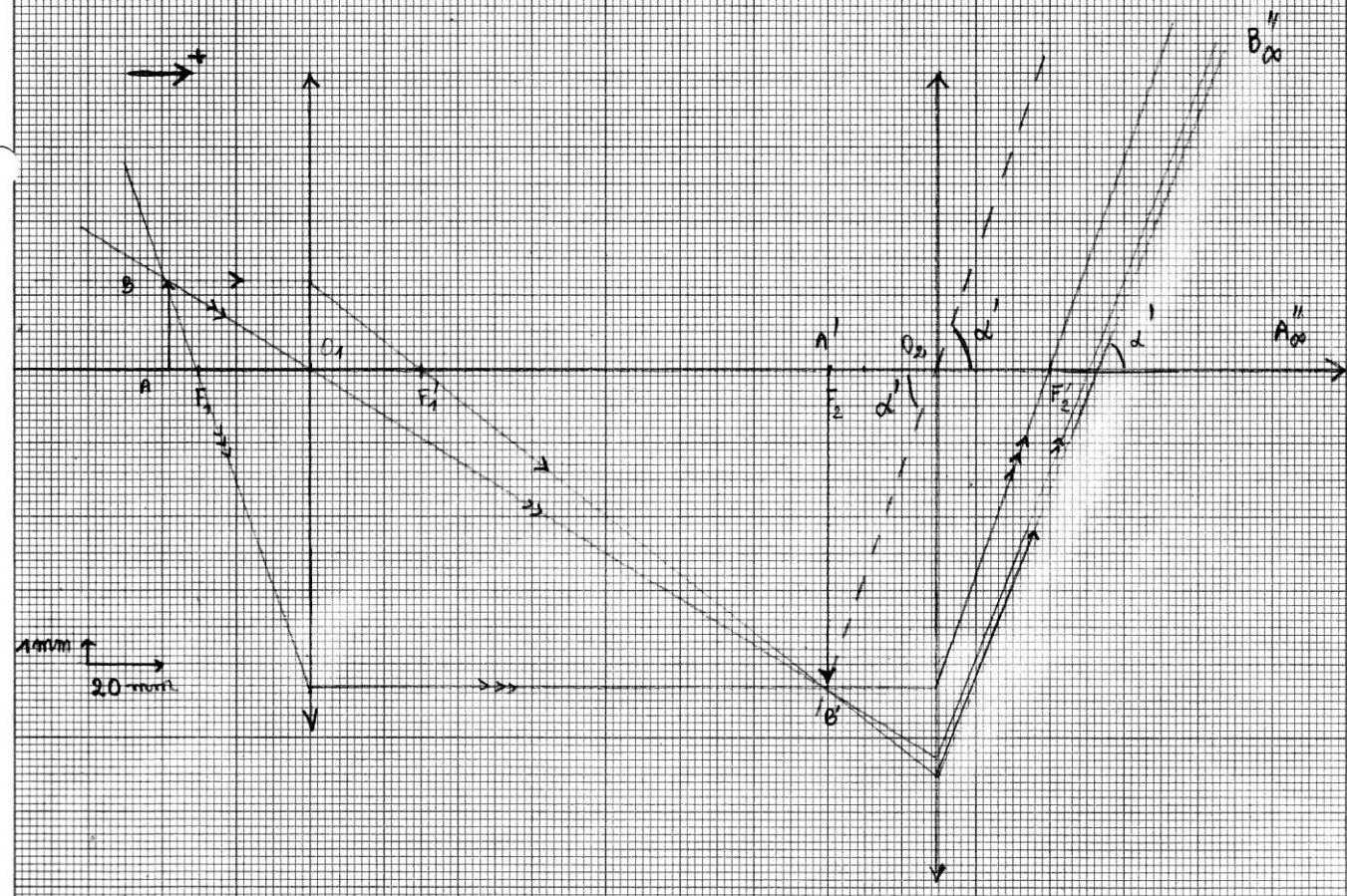
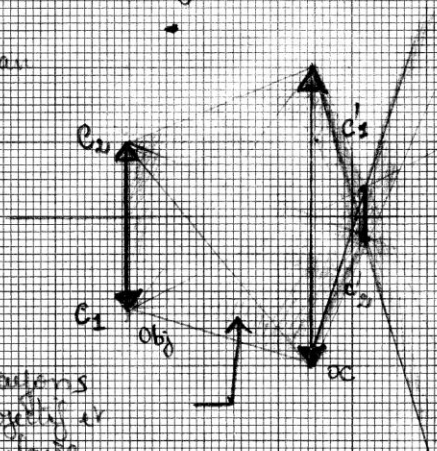
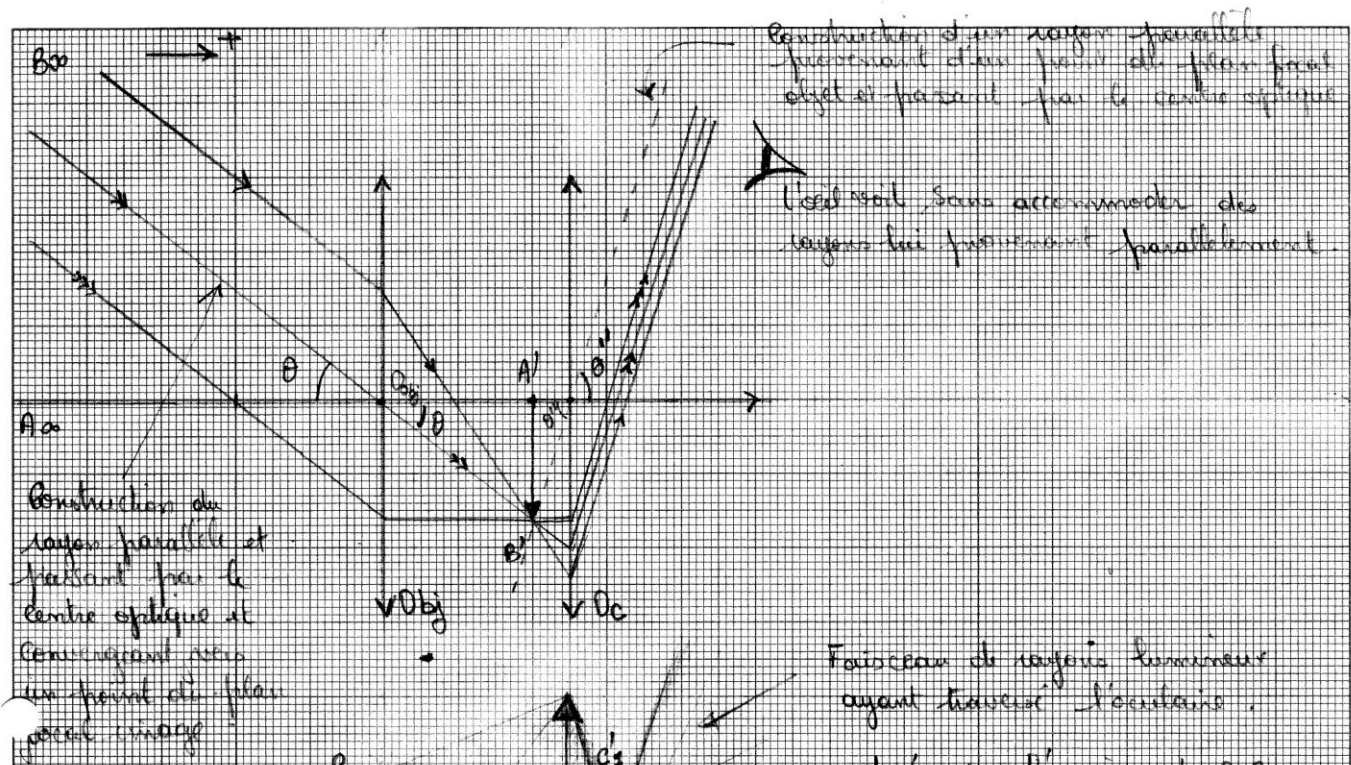
$$= \left(\frac{1}{\overline{O_2 C} + \overline{CA''}} - \frac{1}{f_2'} \right)^{-1}$$

$$= -1,8 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{\overline{O_1 A'}} - \frac{1}{\overline{O_1 A}} = \frac{1}{f_1'} \Rightarrow \overline{O_1 A} = \left(\frac{1}{\overline{O_1 A'}} - \frac{1}{f_1'} \right)^{-1}$$

$$= \left(\frac{1}{(\overline{O_2 C} + \overline{O_2 A'})} - \frac{1}{f_1'} \right)^{-1}$$

$$= -20 \text{ cm}$$



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 $1/40^{\text{ème}}$; 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 émergent correspondant.

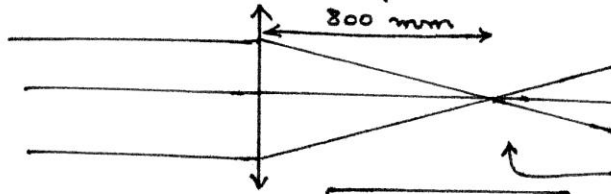
4°) Dans le cas où θ est petit, exprimer le grossissement G_L de la lunette en fonction des distances focales f'_{ob} et f'_{oc} de l'objectif et de l'oculaire.

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 émergent 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 ?

Etude d'une lunette astronomique

(A) 10)



Les rayons provenant du Soleil (objet situé très loin) se concentrent au foyer image. En ce point, la section du faisceau est minimale.

Nous en déduisons

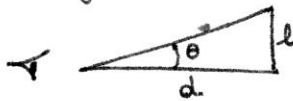
$$f'_{obj} = 800 \text{ mm}$$

20) Formules du grandissement pour une lentille mince :

$$|G| = \frac{d_r}{d_s} = \frac{f'_{obj}}{D} \Rightarrow d_r = \frac{f'_{obj}}{D} \times d_s = \frac{800}{15 \cdot 10^3} \times 114 \cdot 10^6 = 7,5 \text{ mm}$$

30) la matière qui constitue la lentille est un milieu homogène ; elle ne dévie pas les rayons de la même manière suivant sa fréquence donc sa couleur.

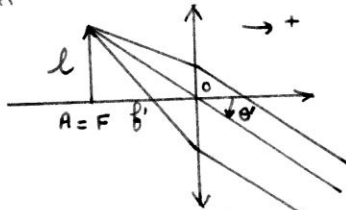
(B) 10)



$$\theta \approx \tan \theta = \frac{l}{d} = \frac{0,8 \text{ (mm)}}{300 \text{ (mm)}} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ rad.}$$

20) L'image, par l'oculaire, se trouve à l'infini. Donc l'objet se situe sur le plan focal objet de l'oculaire.

30) a-



A travers l'oculaire, l'œil voit l'image

$$\text{sous un angle } \theta' \approx \tan \theta' = \frac{l}{f'}$$

$$\text{le grossissement : } G = \frac{\theta'}{\theta} = \frac{l/f'}{l/d} = \frac{d}{f'}$$

le grossissement est d'autant plus fort que la distance focale de l'oculaire est faible. le texte apparaît donc plus gros avec l'oculaire de 6 mm de distance focale.

(C)

b- $G = \frac{30}{0,6} = 50$

10) Objet céleste à l'infini $\xrightarrow{\text{objectif}}$ $F'_{obj} = F_{oc}$ $\xrightarrow{\text{oculaire}}$ image à l'infini

$$D = \overline{O_{obj} O_{oc}} = \overline{O_{obj} F'_{obj}} + \overline{F_{oc} O_{oc}} \Rightarrow D = f'_{obj} + f'_{oc}$$

40) Sur le schéma nous constatons que $\theta \approx \tan \theta = \frac{A/B}{f'_{obj}}$ et $\theta' = \frac{A/B}{f'_{oc}}$.
Donc le grossissement de la lunette : $G = \frac{\theta'}{\theta}$

soit $G = \frac{f'_{obj}}{f'_{oc}}$

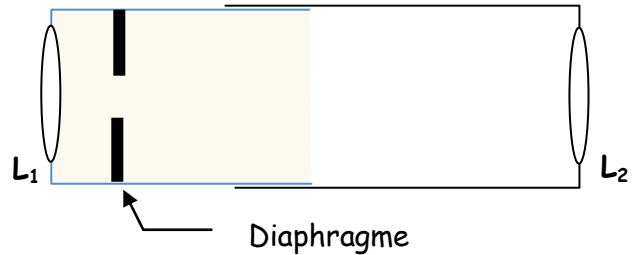
$$50) \quad G = \begin{cases} \frac{800}{6} = 133 \\ \frac{800}{12,5} = 64 \\ \frac{800}{20} = 40 \end{cases}$$

ce qui est conforme aux indications du constructeur.

60) Sur le graphique, nous constatons que la section du faisceau émergent de l'oculaire est minimale au niveau de la position de l'image de l'objet donnée par l'oculaire. L'énergie lumineuse est, à ce niveau, la plus concentrée. L'œil doit être positionné à cet endroit afin d'observer l'image avec le maximum de luminosité.

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 grossissement γ de l'objectif.

e- Exprimer le grossissement 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.

Maquette de microscope

1°) La diaphragme permet de sélectionner les rayons proches de l'axe optique et peu inclinés (conditions de Gauss) afin de vérifier les conditions de stigmatisme.

2°) a- l'image intermédiaire $A'B'$ est l'objet pour l'oculaire ; l'image pour l'oculaire se situe à l'infini. Donc $A'B'$ doit se trouver au foyer objet de l'oculaire : $A' = F_2$

b- $\overline{O_1A'} = \overline{O_1F_1'} + \overline{F_1'F_2} \quad (A' = F_2)$
 $= f_1' + \Delta$

$$\Rightarrow \frac{1}{\overline{O_1A'}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f_1'} \Rightarrow \boxed{\overline{O_1A} = -38 \text{ mm}}$$

(Formule de conjugaison de Descartes)

ou $\Rightarrow \overline{F_1A} \cdot \overline{F_1'A'} = -f_1'^2 \Rightarrow \overline{F_1A} = -8 \text{ mm}$
 $\Rightarrow \overline{O_1A} = \overline{O_1F_1} + \overline{F_1A} = -38 \text{ mm}$
 (Formule de Newton)

c- Formules du grandissement :

$$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} \Rightarrow \overline{A'B'} = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} \times \overline{AB} = \frac{140}{-38} \times 4,0 = -15 \text{ mm} \quad (\text{Image renversée})$$

d- $\boxed{\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -3,7}$ (Image plus grande, renversée)

e- $\gamma = \frac{\overline{O_1A'}}{\overline{O_1A}} = \frac{\overline{O_1A'}}{\frac{f_1' \cdot \overline{O_1A'}}{f_1' - \overline{O_1A'}}} = \frac{f_1' - \overline{O_1A'}}{f_1'} = \boxed{-\frac{\Delta}{f_1'} = \gamma}$

Formule de Descartes

Autre méthode : utiliser les lois des triangles à partir du graphique.

3°) a- $\alpha \approx \frac{AB}{L} = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ rad.}$

b- $\alpha' \approx \frac{A'B'}{f_2'} = \frac{15}{30} = 0,50 \text{ rad.}$

c- $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = 31$

d- • Comme pour "l'étude d'une lunette astronomique", $\boxed{G_{oc} = \frac{L}{f_2'}} = 8,3$

• $G = \frac{\alpha'}{\alpha} = \frac{\frac{A'B'}{f_2'}}{\frac{AB}{L}} = \frac{\gamma \times \frac{AB}{f_2'}}{\frac{AB}{L}} = \boxed{\gamma \times G_{oc} = G}$

• $G = 3,7 \times 8,3 = 31$

Remarque : les constructeurs ont l'usage de caractériser l'objectif par son grandissement (ici $\times 3,7$) et l'oculaire par son grossissement (ici $\times 8,3$).

I- Les rayons venant d'une lentille, convergent vers un point P. On interpose une épaisseur e de verre, les rayons convergent en sortie vers le point P".

P est situé à la distance D de l'interface d'entrée de la lame de verre, P" se trouve à la distance D".

1°) a- Ecrire de manière complète les lois de la réfraction pour le rayon pénétrant en B dans la lame de verre. Compléter le schéma en faisant apparaître les grandeurs permettant de repérer les directions des rayons incident transmis.

b- Démontrer à partir du schéma, que : $\frac{D}{D'} = \frac{1}{n}$.

On supposera pour cela que les angles θ sont suffisamment petits pour pouvoir écrire $\sin(\theta) \approx \tan(\theta) \approx \theta$.

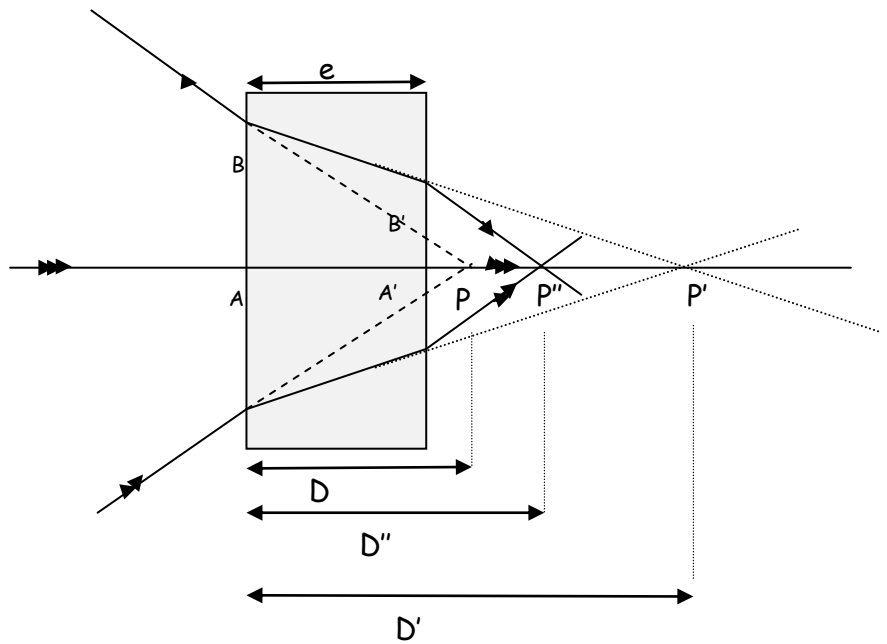
2°) a- De manière analogue, écrire la loi de Snell-Descartes au point B' et retrouver la relation liant D', D", e et n.

b- En déduire l'expression de e en fonction de D, D' et n.

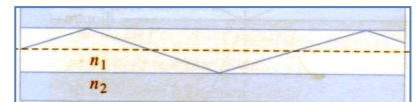
c- Application numérique : quelle doit être la valeur de e pour avoir D' = 0,153 m ?

On donne $n = 1,5$ et $D = 0,150$ m.

3°) Cette lame de verre vérifie-t-elle la condition de stigmatisme approché ?



II- Fibre optique. Les rayons lumineux d'inclinaisons différentes n'ont pas le même chemin à parcourir dans la fibre, donc leur temps de parcours est variable. Une impulsion lumineuse de courte durée envoyée dans la fibre subit un élargissement temporel lorsqu'elle ressortira de celle-ci. Ceci limite rapidement le taux maximal de transfert d'informations à grandes distances par ce type de fibre.



1°) Sur la figure, l'indice du milieu de propagation central n_1 , est égal à $n_1 = 1,6$. Démontrer qu'un rayon lumineux se propageant dans le milieu d'indice n_1 subit une réflexion totale au niveau de l'interface entre les deux milieux, si l'angle d'incidence dépasse une valeur limite θ_{lim} que l'on exprimera.

Application numérique : quelle doit être la valeur de n_2 pour avoir $\theta_{\text{lim}} = 70^\circ$?

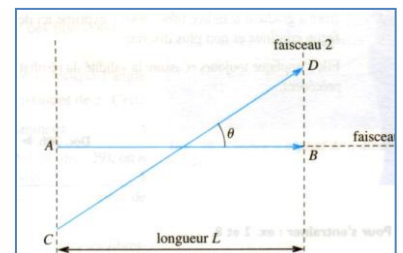
2°) a- Quelle est la valeur de la célérité de la lumière dans le milieu d'indice n_1 ?

On rappelle : célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹.

b- Exprimer en fonction de L, n_1 , c, et θ , les durées de propagation t_1 et t_2 des deux rayons lumineux dans la fibre, l'un étant parallèle à l'axe de la fibre, l'autre incliné de l'angle θ par rapport à ce même axe.

c- Application numérique : calculer la différence de temps Δt mis par les deux rayons précédents. L = 1,0 m puis L = 10 km. $\theta = 20^\circ$.

d- Quel nombre d'informations peut transférer une telle fibre en une seconde ?



III- Une personne de taille H = 180 cm est debout à D = 3,0 m d'un miroir vertical dont la hauteur est h = 90 cm. Il y voit la totalité de son image.

Ses yeux sont situés à $d = 10$ cm du sommet de sa tête.

1°) Schématiser la situation. Faire apparaître les dimensions citées précédemment ainsi que l'image du personnage donnée par le miroir.

2°) En déduire la hauteur h' où se trouve le point le plus bas du miroir par rapport au sol.

IV- On considère l'association d'une lentille mince convergente, l'objectif L_1 , de distance focale $f'_1 = 25,0$ cm et d'une lentille divergente, l'oculaire L_2 , de distance focale $f'_2 = -12,5$ cm. Leurs centres optiques sont O_1 et O_2 .

1°) a- L'objectif vise un objet infiniment éloigné. Où se trouve l'image intermédiaire ?

b- L'oculaire est positionné afin de pouvoir regarder l'image à l'infini (c'est à dire sans accommoder). Où doit se trouver l'image intermédiaire ?

c- En déduire la valeur de $\overline{O_1O_2}$.

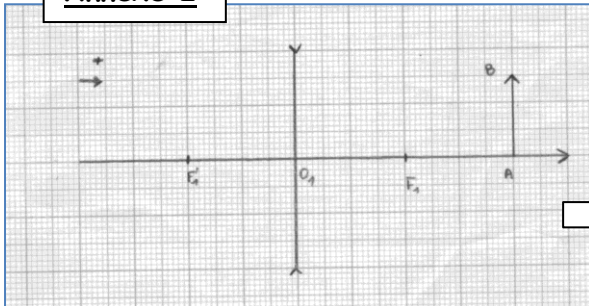
d- Compléter la figure de l'annexe 1 : placer les éléments caractéristiques des deux lentilles, prolonger les deux rayons incidents tracés.

2°) Soit une lentille mince divergente et un objet A_0B_0 . Construire son image pour les trois cas de figure présentés en annexe 2. Préciser en barrant les mentions fausses les qualités de l'objet, de l'image et du grandissement.

3°) Déduire de l'étude précédente, un encadrement de la distance focale $f'_1 = \overline{O_1F'_1}$ du dispositif composé des deux lentilles L_1 et L_2 précédemment décrit ; la distance entre les deux lentilles est modifiée afin d'observer l'objet infiniment éloigné mais l'image finale est cette fois réelle afin de pouvoir la visualiser sur un écran ou pour pouvoir impressionner une plaque photographique.

En déduire un encadrement de la distance $\overline{O_1O_2}$.

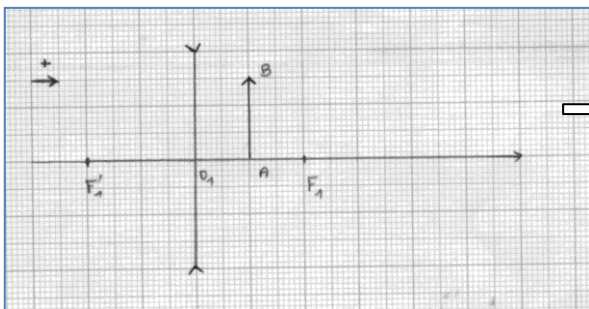
Annexe 2



Objet : virtuel /réel
Image : réelle /virtuelle

$| \gamma | < \text{ou} > 1$

$\gamma < \text{ou} > 0$



Objet : virtuel /réel
Image : réelle /virtuelle

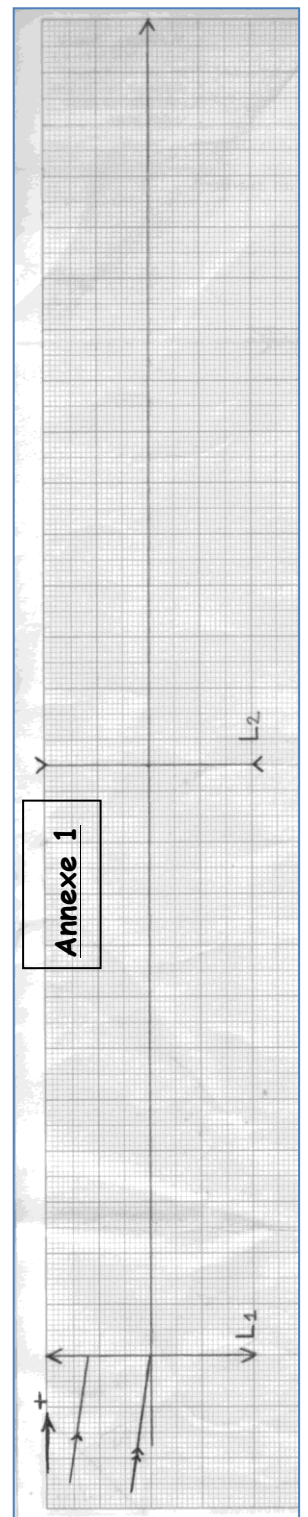
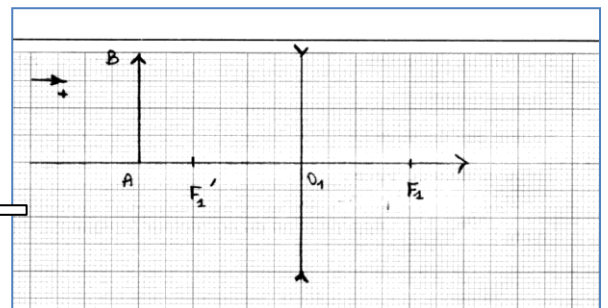
$| \gamma | < \text{ou} > 1$

$\gamma < \text{ou} > 0$

Objet : virtuel /réel
Image : réelle /virtuelle

$| \gamma | < \text{ou} > 1$

$\gamma < \text{ou} > 0$



Contrôle de physique : jeudi 10 Novembre 2011

- I 1) a- Le rayon incident dans l'air ($n = 1,00$) pénètre en B dans un milieu différent : le verre ($n = 1,5$). Il est en partie réfléchi et en partie réfracté. Les rayons réfractés et réfléchis sont dans le plan d'incidence.

$$\sin(\theta_i) = n (\sin \theta_r)$$

b. le triangle PAB permet d'écrire $\tan \theta_i \approx \theta_i \approx \sin \theta_i = \frac{AB}{D}$
 " " P'AB " " $\tan \theta_r \approx \theta_r \approx \sin \theta_r = \frac{AB}{D'}$

$$\frac{\sin \theta_r}{\sin \theta_i} = \frac{1}{n} = \frac{D}{D'}$$

2) a- $n \sin(\theta_r) = \sin(\theta_i)$

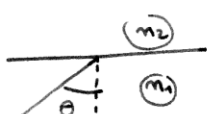
comme précédemment, nous trouvons
 (Triangles P'A'B' et P''A'B'')

$$n = \frac{D' - e}{D'' - e}$$

b- $e = \frac{n D'' - D'}{n - 1} = \frac{n(D'' - D)}{n - 1} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

$$e = 9 \text{ mm}$$

- 3) Dans l'approximation de petits angles, les expressions de D' et de D'' à partir de D , ne dépendent pas de l'angle d'incidence. Tout rayon provenant d'un point converge vers un point unique. La condition de stigmatisme approche est vérifiée.

II 1)  $n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r$ s'il y a réfraction.
 $\sin \theta_r \leq 1 \Rightarrow \sin(\theta_i) \leq \frac{n_2}{n_1}$

θ_c existe, le rayon est réfracté si l'angle d'incidence est inférieur à une valeur limite donnée par :

$$\theta_{\text{lim}} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

$$n_2 = n_1 \sin(\theta_{\text{lim}}) = 1,6 \sin(70^\circ) = 1,5$$

$$n_2 = 1,5$$

2) a- $n_1 = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n_1} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{1,6} = 1,9 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1} = v$

b- $t_1 = \frac{L}{v} = \frac{L \cdot n_1}{c}$

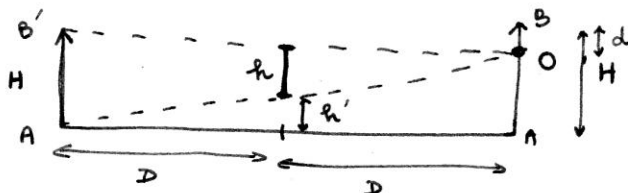
$$t_2 = \frac{L / \cos \theta}{v} = \frac{L \cdot n_1}{c \cdot \cos \theta}$$

$$3,4 \cdot 10^{-10} = \Delta t \text{ sur } 1,0 \text{ m}$$

c- $\Delta t = t_2 - t_1 = \frac{L \cdot n_1}{c} \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1 \right) = 3,4 \cdot 10^{-6} \text{ s} = \Delta t \text{ sur } 10 \text{ km}$

d- le nombre d'information est donné par le nombre d'intervalle Δt compris dans 1 s : $N = \frac{1}{\Delta t} = 2,9 \cdot 10^5$ informations par seconde sur 10 km
 $= 2,9 \cdot 10^9$ " " " " 1,0 m

III



$A'B'$ est l'image symétrique de AB par rapport au miroir.

$$\frac{OA}{h'} = \frac{2D}{D} \Rightarrow \frac{H-d}{h'} = 2 \Rightarrow h' = \frac{H-d}{2} = 85 \text{ cm}$$

IV 1) a) l'image intermédiaire est l'image d'un point objet à l'infini par rapport à l'objectif. Donc elle se situe dans le plan focal image de l'objectif.

b. Cette image pour l'objectif devient l'objet pour l'oculaire dont l'image se situe à l'infini. Donc l'objet se situe dans le plan focal objet de l'oculaire.

$$F'_1 = F_2$$

$$c - \overline{O_1 O_2} = \overline{O_1 F'_1} + \overline{F'_1 O_2}$$

$$\overline{O_1 O_2} = f'_1 + f_2 = 25 - 12,5 = 12,5 \text{ cm}$$

3) le deuxième cas est le seul permettant d'obtenir une image réelle. Et correspond à :

$$0 \leq \overline{O_1 A} \leq f'_1$$

Dans le cas de l'association précédente : $A = F'_1$ et $O_1 = O_2$

$$0 \leq \overline{O_2 F'_1} \leq f'_2$$

$$0 \leq \overline{O_2 O_1} + \overline{O_1 F'_1} \leq f'_2$$

$$-\overline{O_1 F'_1} \leq \overline{O_2 O_1} \leq f'_2 - \overline{O_1 F'_1}$$

$$f'_1 \geq \overline{O_1 O_2} \geq f'_1 - f'_2$$

$$25 \text{ cm} \geq \overline{O_1 O_2} \geq 37,5 \text{ cm}$$

