

Problème 1 : Association de lentilles

(Niveau DEUG)

Les lentilles sphériques minces, notées L_i , sont utilisées dans le cadre de l'approximation de Gauss. Chaque lentille L_i est caractérisée par son centre optique O_i et par sa distance focale f_i' . Les foyers objet et image sont notés respectivement F_i et F_i' .

1. Étude d'une lentille convergente L_1

On souhaite déterminer expérimentalement la distance focale image f_1' de la lentille L_1 . Pour cela, on effectue le relevé, sur un banc d'optique gradué, des positions sur l'axe du centre optique O_1 , du point lumineux A et de son image A' . Les résultats sont consignés dans le tableau suivant :

$\overline{AO_1}$ (cm)	24,0	26,0	28,0	30,0	32,0	34,0	36,0	38,0
$\overline{O_1A'}$ (cm)	120	86,7	70,2	60,2	53,1	48,6	45,2	42,2

- 1.1 Exploiter les résultats du tableau pour vérifier la formule de Descartes (relation de conjugaison au sommet). Vérifier votre calcul pour toutes les valeurs du tableau.
- 1.2 En déduire la valeur numérique de la distance focale image f_1' .

2. Étude d'une lentille divergente L_2

- 2.1 On choisit un point A sur l'axe optique et un objet réel AB transverse, tel que $\overline{A_2F_2'} > 0$. Faire un schéma de la lentille, placer l'objet AB sur ce schéma et proposer une construction géométrique, en la détaillant, de l'image $A'B'$ correspondante. Quelle est la nature de l'image $A'B'$?
- 2.2 Application numérique : on donne $f_2' = -5,0\text{cm}$ et $\overline{AO_2} = 7,5\text{cm}$. Calculer $\overline{A'O_2}$ et la valeur du grandissement $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$.

3. Association des deux lentilles

- 3.1 Grace à la lentille précédente L_1 , on projette, sur un écran E plan et orthogonal à l'axe l'image nette $A'B'$ d'un objet réel quelconque AB, dont la position n'est pas précisée.
On souhaite alors agrandir l'image $A'B'$. On maintient l'objet AB et la lentille L_1 fixes dans leur position d'origine, mais on interpose, entre L_1 et E, la lentille divergente précédente L_2 .
Pour obtenir une image nette deux fois plus grande, il est nécessaire de reculer l'écran E d'une distance l.
3.1.a) Où faut-il placer l'objet par rapport à une lentille divergente pour qu'il se forme une image réelle ? Proposer un tracé de rayons dans le système complet, qui illustre le rôle de la lentille L_2 .
3.1.b) Exprimer la distance l en fonction de f_2' .
3.1.c) Application numérique : on donne $f_2' = -5,0\text{cm}$. Calculer l.

3.2 Soit α l'angle sous lequel un observateur voit, à l'œil nu, un objet réel AB transverse situé à l'infini. Le point A appartient à l'axe optique, α est appelé diamètre apparent de l'objet AB.

Afin de mieux observer cet objet, on utilise une lunette constituée des deux lentilles L_1 (objectif convergent) et L_2 (oculaire divergent).

La distance $\overline{O_1O_2}$ séparant les deux lentilles est réglée pour qu'un œil normal n'ait pas à accommoder lorsqu'il observe, à travers la lunette, l'image d'un objet situé à l'infini. L'image doit donc se situer elle aussi à l'infini.

3.2.a) Exprimer $\overline{O_1O_2}$ en fonction des valeurs algébriques de f_1' et f_2' .

3.2.b) Faire un schéma du dispositif et tracer la marche d'un faisceau de rayons issus de B, point à l'infini n'appartenant pas à l'axe.

3.2.c) Soit α' , le diamètre apparent de l'image finale A'B'. Exprimer, en fonction des valeurs algébriques f_1' et f_2' , le grossissement défini par $G = \frac{\alpha'}{\alpha}$.

3.2.d) Application numérique : on donne $f_1' = 20\text{cm}$ et $f_2' = -5,0\text{cm}$. Calculer le grossissement G.

3.2.e) L'image A'B' est-elle renversée par rapport à l'objet AB ?

Problème 2 : Mesure d'une focale

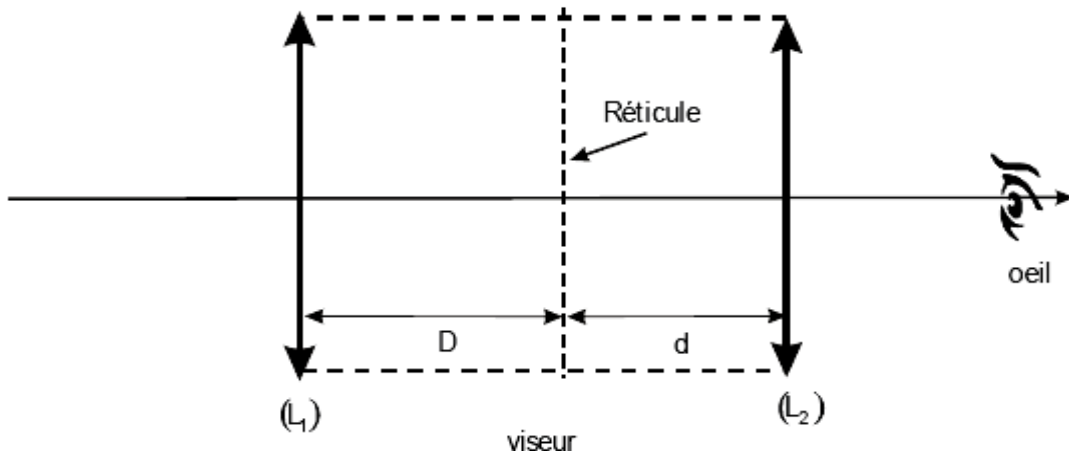
(D'après Petites Mines 2007)

1. On considère une lentille **mince** de centre O dans l'**approximation de Gauss**.

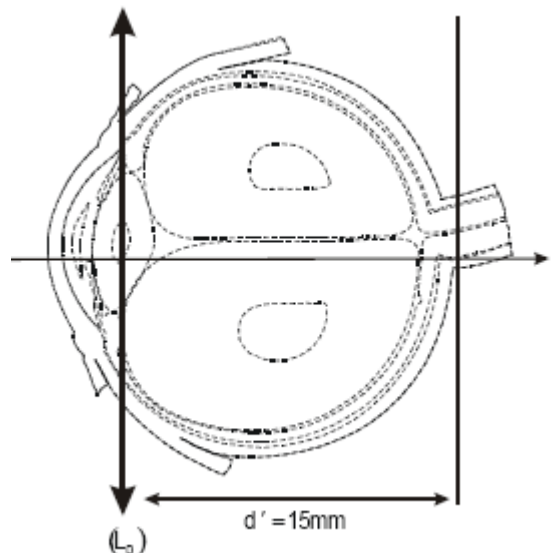
- 1.1. Préciser la signification des termes « minces » et « approximation de Gauss ».
- 1.2. Rappeler la formule de conjugaison de Descartes pour une lentille mince donnant la position de l'image $\overline{OA'}$ en fonction de celle de l'objet \overline{OA} .
- 1.3. Etablir l'expression du grandissement en fonction de \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

2. Un viseur à frontale fixe est constitué :

- d'un objectif, constitué d'une lentille mince (L_1) convergente de centre O_1 et de distance focale image $f_1' = 7,0\text{cm}$
- d'un réticule distant d'une distance $D = 14\text{ cm}$ de l'objectif,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince (L_2) convergente de centre O_2 et de distance focale image $f_2' = 3,0\text{cm}$, située à la distance d du réticule.



- 2.1. Un œil « normal » voit sans accommodation à l'infini. En déduire la distance d pour que l'œil puisse voir le réticule sans accommoder.
- 2.2. Un œil myope est modélisable par une lentille (L_0) convergente dont le centre optique O est placé à $d' = 15\text{mm}$ de la rétine, modélisée par un écran. Sa faculté d'accommodation lui permet d'adapter sa focale : il obtient une image nette lorsque l'objet est situé à une distance comprise entre $d_1 = 12\text{ cm}$ (punctum proximum PP) et $d_2 = 1,2\text{m}$ (punctum remotum PR) de (L_0).
- 2.2.1. Quelle doit être la valeur de la focale image f_0' de (L_0) pour obtenir une image nette sur la rétine d'un objet situé à une distance $d_1=12\text{cm}$ (PP) devant l'œil ?



2.2.2. Quelle doit être la valeur de la focale image f_0' de (L_0) pour obtenir une image nette sur la rétine d'un objet situé à une distance $d_2=1,2\text{m}$ (PR) devant l'œil ?

2.2.3. Déterminer graphiquement, dans le cadre de l'approximation de Gauss, les positions des foyers image, F' et objet F de la lentille sur la figure 1 **donnée en annexe et à rendre avec la copie**

2.3. On accole l'œil myope à l'oculaire. On admettra que l'œil accommode à son PR.

2.3.1. Où doit se trouver l'image définitive à la sortie du viseur ?

2.3.2. En déduire la nouvelle distance d entre le réticule et l'oculaire.

2.4. On cherche à voir simultanément l'objet visé et le réticule.

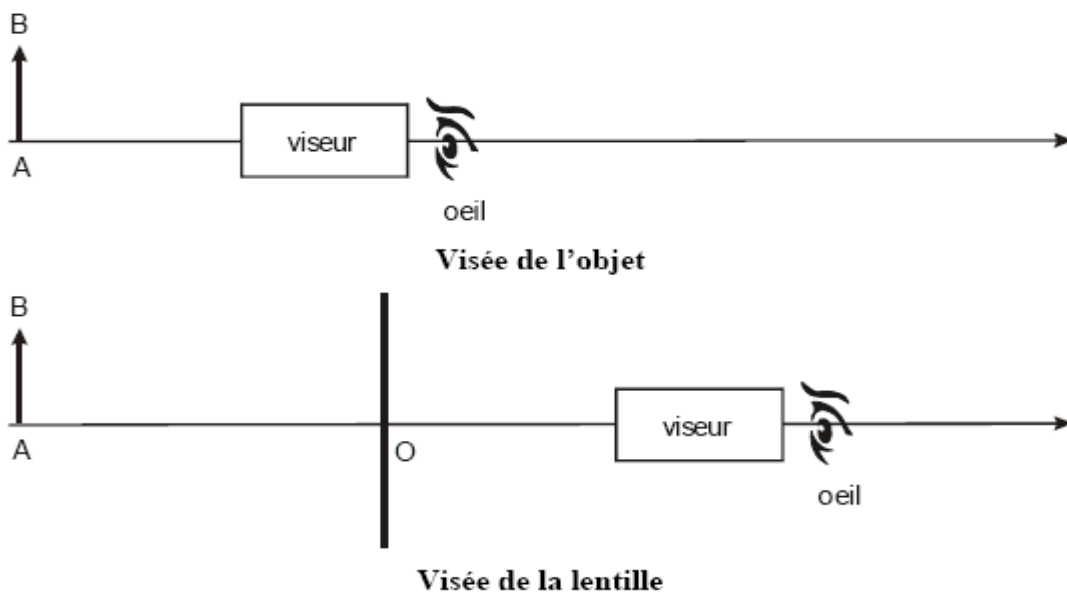
2.4.1. Où doit-on placer un objet pour pouvoir le voir à travers le viseur ? On demande l'expression littérale de $\overline{O_1A}$ et l'application numérique.

2.4.2. Cette position dépend-elle de la nature de l'œil (« normal » ou myope) ?

2.4.3. Lorsque un œil « normal » n'accommode pas, faire la construction de la position de l'objet sur la figure 2 **en annexe et à rendre avec la copie**. Rajouter sur le même dessin le tracé d'au moins deux rayons à travers l'instrument.

2.4.4. Justifier le nom de « viseur à frontale fixe ».

3. Le viseur est utilisé pour mesurer la distance focale d'une lentille L de focale f inconnue.



La 1^{ère} étape est la visée de l'objet \overline{AB} . On place ensuite la lentille inconnue après l'objet et on vise le centre O de la lentille. Pour cela, nous devons reculer le viseur de $x_1 = 20\text{cm}$. Pour la visée de l'image $\overline{A'B'}$ à travers la lentille, nous avançons le viseur de $x_2 = 10\text{cm}$. (voir figure ci-dessus)

3.1. Préciser les valeurs algébriques \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

3.2. En déduire la distance focale f de la lentille.

3.3. Faire la construction de l'image à travers cette lentille inconnue L .

Problème 3 : Latitude de mise au point d'un microscope

(D'après Centrale 2007)

Un microscope est schématisé par deux lentilles minces convergentes de même axe optique :

- L₁ (objectif) de centre O₁ et de distance focale image $f'_1 = 5\text{mm}$,
- L₂ (oculaire) de centre O₂ et de distance focale image $f'_2 = 25\text{mm}$

On note F₁' et F₂ respectivement les foyers image de L₁ et objet de L₂. On donne l'intervalle optique $\Delta = \overline{F_1'F_2} = 25\text{cm}$ (axe optique orienté de O₁ vers O₂).

A.

L'œil placé au foyer image de l'oculaire, étudie un petit objet AB disposé dans un plan de front (AB perpendiculaire à l'axe optique, A situé sur l'axe optique).

- A.1 Où doit être situé A pour que l'œil n'ait pas à accommoder ? Répondre en donnant l'expression littérale et la valeur numérique de $\overline{F_1A}$. On précise que sans accommoder (i.e. sans fatigue) l'œil « normal » vise à l'infini. (Faire l'application numérique)
- A.2 On se place dans les conditions de la question précédente. Sur une figure où l'on ne cherchera pas à respecter les ordres de grandeur de f_1' , f_2' et Δ , mais où on tiendra seulement compte de la relation d'ordre $f_1' < f_2' < \Delta$, représenter la marche d'un faisceau lumineux issu de B.
- A.3 Soient α' l'angle algébrique sous lequel l'œil voit l'image définitive de AB à travers le microscope et α l'angle algébrique sous lequel il apercevrait l'objet sans se déplacer en l'absence de microscope. Calculer le grossissement $G = \alpha' / \alpha$ (littéralement puis numériquement). Interpréter le signe de ce rapport.

B.

En accommodant, l'œil peut observer nettement un objet situé entre $d_m = 25\text{cm}$ et l'infini. De combien peut-on modifier la distance entre l'objectif et l'objet si l'on veut toujours pouvoir observer nettement l'objet AB à travers le microscope (latitude de mise au point) ? Commenter.

Code candidat :

--	--	--	--	--

A rendre avec la copie

ANNEXE

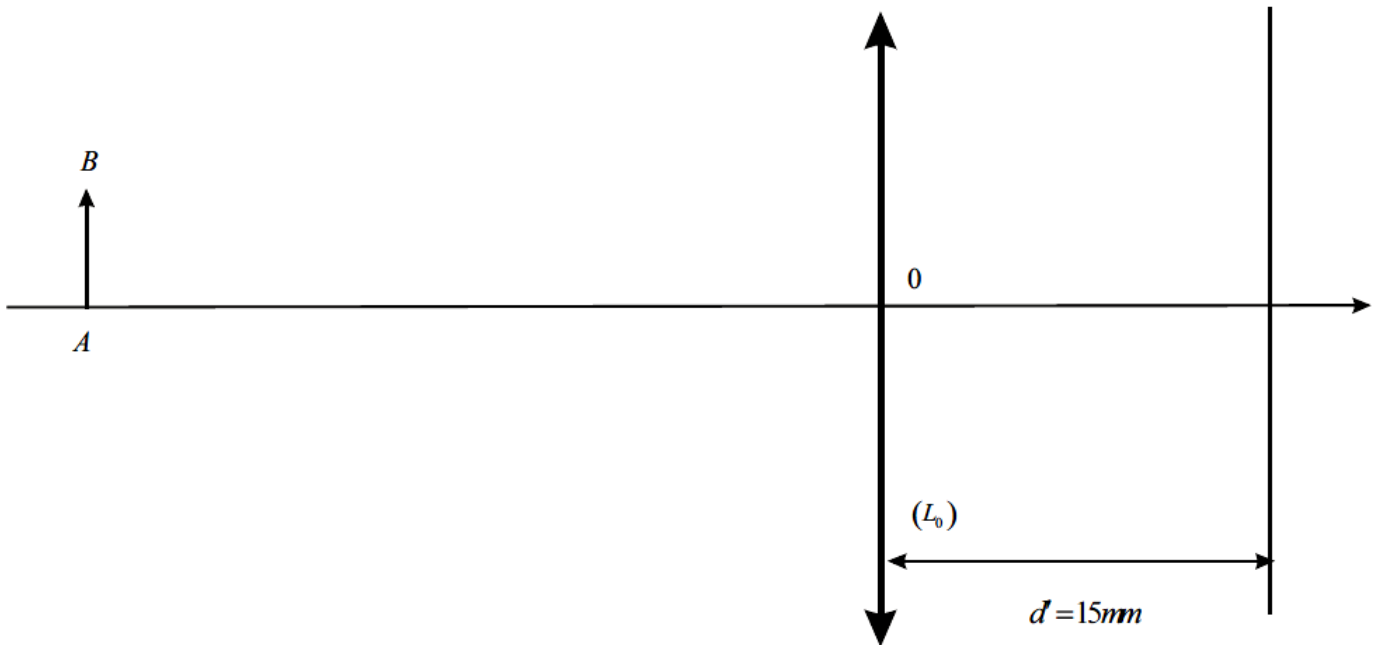


figure 1

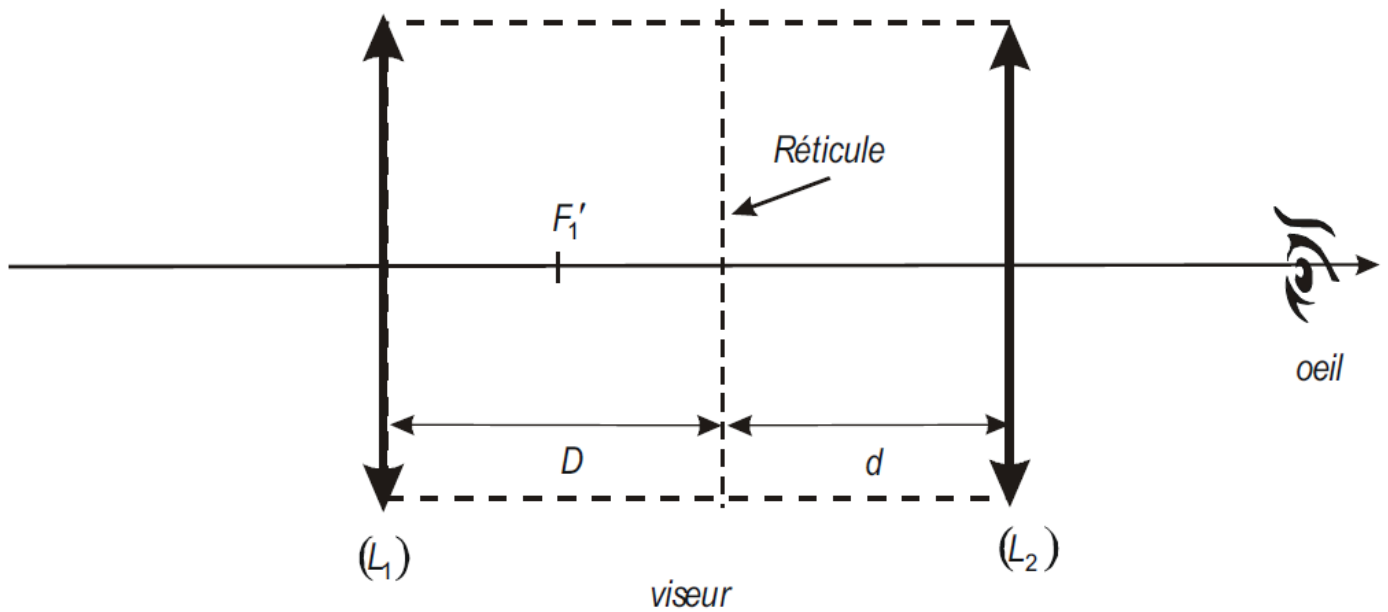


figure 2