

Optique géométrique et structure de la matière

Extrait de l'entête des sujets de la banque PT :

« La **présentation**, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la **clarté et la précision** des raisonnements entreront pour une **part importante** dans l'**appréciation des copies**. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. Les candidats sont invités à encadrer les résultats de leurs calculs. »

Données : Relation de conjugaison avec origine au sommet : $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$ et grandissement :

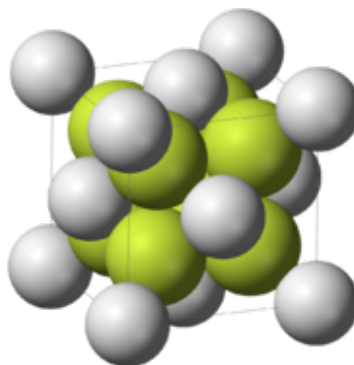
$$\gamma \equiv \frac{\overline{A'B'}}{AB} = \frac{\overline{OA'}}{OA} \text{ (notations usuelles).}$$

Exercice : Fluorure de calcium

- 1) Donner la structure électronique du calcium Ca ($Z=20$) et du fluor F ($Z=9$). Dans chaque cas, on justifiera de façon brève la réponse et on placera les électrons sur les orbitales classées par niveau d'énergie croissant. Indiquer les électrons de valence.
- 2) Justifier, d'après la question précédente, la formation du fluorure de calcium $CaF_{2(s)}$. De quel type de composé s'agit-il et de quels ions est-il constitué ?

Pour votre culture

Le **fluorure de calcium** est un composé inorganique de formule CaF_2 . Ce composé ionique constitué de calcium et de fluor est présent naturellement dans la nature sous la forme de fluorine (appelée aussi fluorite). C'est la principale source mondiale en fluor. C'est un solide insoluble dans l'eau, dont la structure est cubique où chaque atome de calcium est adjacent à huit atomes de fluor, et chaque atome de fluor par quatre atomes de calcium. Si les échantillons purs sans défauts sont transparents (et utilisé en verrerie optique pour leur transparence dans la gamme allant des ultra-violetaux aux infra-rouge moyens), le minéral naturel est souvent profondément coloré à cause de la présence de centres de couleur. (source Wikipédia)

**Problème 1 : Profondeur de netteté de l'oeil**

On modélise le cristallin d'un œil emmétrope par une lentille mince de focale f' variable et la rétine par un écran transversal situé à la distance $d=15$ mm du centre optique O de la lentille. On assimile les cellules photosensibles qui tapissent la rétine à des disques de même taille ρ . Lorsque l'œil n'accommode pas, l'image d'un objet ponctuel situé sur l'axe optique, et très éloigné de l'œil, se forme sur la rétine. La vision de cet objet est alors nette.

1.a) Quelle est la valeur de la focale f' lorsque l'œil n'accommode pas ?

1.b) L'objet observé est un arbre de hauteur $h=10$ m situé à la distance $D=150$ m de l'œil. Quelle est la taille de son image sur la rétine ? L'image est-elle renversée ou droite ?

2) Donner un ordre de grandeur de la résolution angulaire de l'œil. En déduire l'ordre de grandeur ρ des cellules photosensibles.

Un objet ponctuel A se trouve dans le champ de vision, à une distance finie L de O , sur l'axe optique. L'œil n'accommode pas.

3.a) Déterminer la position de son image A' par rapport à la lentille en fonction des données de l'exercice.

3.b) L'image A' ne se formant pas sur la rétine, il lui correspond une tache sur la rétine. Si R est le rayon de la pupille de l'œil (supposée être au même endroit que le cristallin), exprimer le rayon r de cette tache en fonction de L , f' et R .

3.c) Néanmoins, on admet que la vision de A est satisfaisante si $r < \rho$. Justifier ce critère, et donner la propriété du système optique vérifiant ce critère.

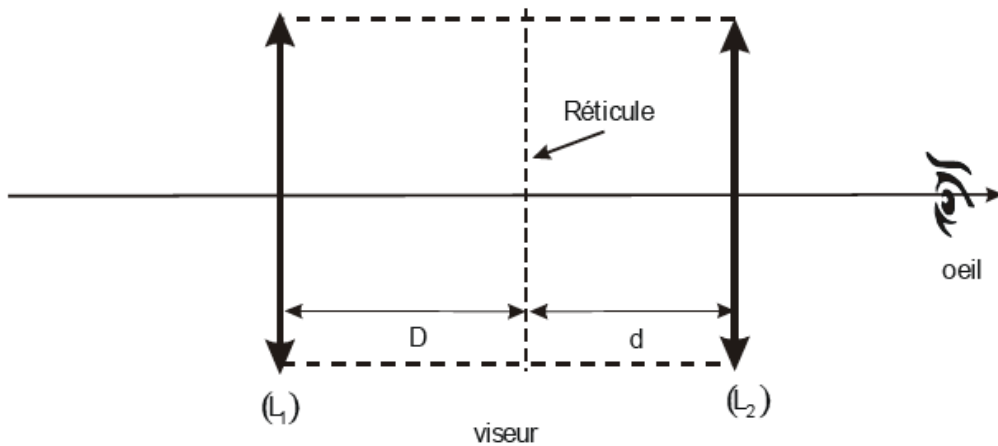
Problème 2 : Mesure d'une focale (CONCOURS COMMUN 2007 DES ÉCOLES DES MINES D'ALBI, ALÈS, DOUAI, NANTES)

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

A.1.1. Préciser la signification des deux termes en gras.

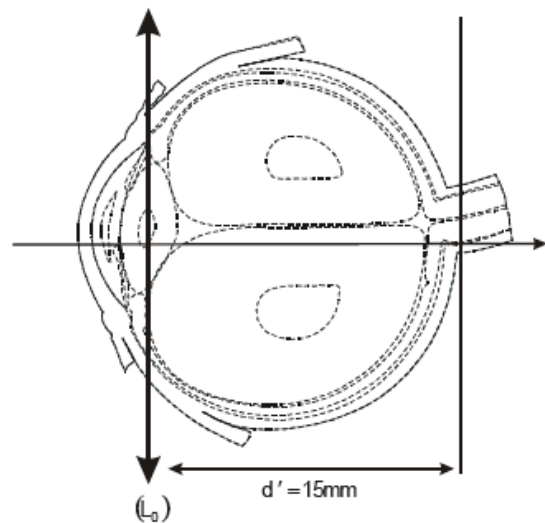
A.2. Un viseur à frontale fixe est constitué :

- d'un objectif, constitué d'une lentille mince (L_1) convergente de centre O_1 et de distance focale image, $f'_1 = 7,0$ cm,
- d'un réticule distant d'une distance $D = 14$ cm de l'objectif,
- d'un oculaire constitué d'une lentille mince (L_2) convergente de centre O_2 et de distance focale image $f'_2 = 3,0$ cm, située à la distance d du réticule.



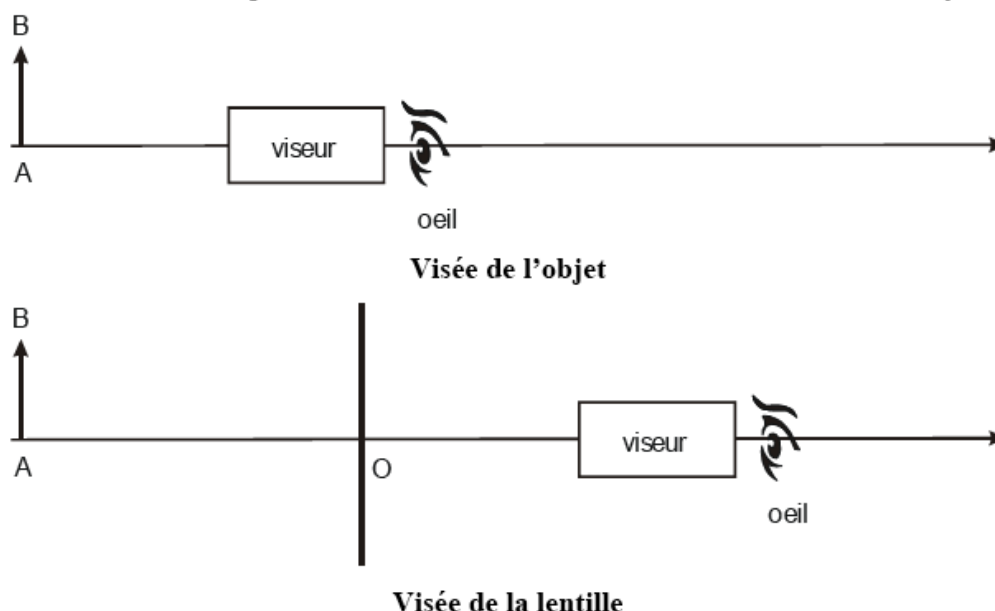
A.2.1. Un œil « normal » voit sans accommodation à l'infini. En déduire la distance d pour que l'œil puisse voir le réticule sans accommoder.

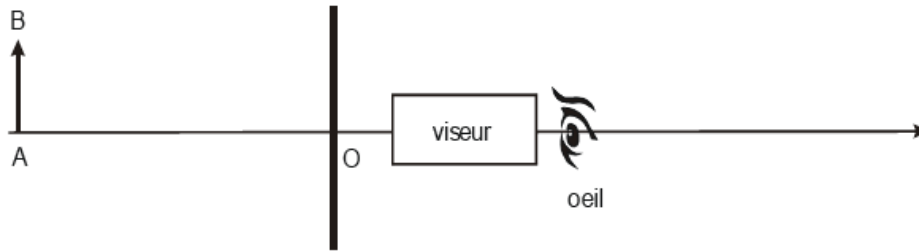
A.2.2. Un œil myope est modélisable par une lentille (L_o) convergente dont le centre optique O est placé à $d' = 15$ mm de la rétine, modélisé par un écran. Sa faculté d'accommodation lui permet d'adapter sa focale : il obtient une image nette lorsque l'objet est situé à une distance comprise entre $d_1 = 12$ cm (punctum proximum) et $d_2 = 1,2$ m (punctum remotum) de (L_o).



- A.2.2.1.** Quelle doit être la valeur de la focale image f'_0 de (L_o) pour obtenir une image nette sur la rétine d'un objet situé à une distance $d_1 = 12$ cm (punctum proximum) devant l'œil ?
- A.2.2.2.** Quelle doit être la valeur de la focale image f'_0 de (L_o) pour obtenir une image nette sur la rétine d'un objet situé à une distance $d_2 = 1,2$ m (punctum remotum) devant l'œil ?
- A.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.** (dernière page à découper)
- A.2.3.** On accole l'œil myope à l'oculaire. On admettra que l'œil accommode à son punctum remotum.
- A.2.3.1.** Où doit se trouver l'image définitive à la sortie du viseur ?
- A.2.3.2.** En déduire la nouvelle distance d entre le réticule et l'oculaire.
- A.2.4.** On cherche à voir simultanément l'objet visé et le réticule.
- A.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.
- A.2.4.2.** Cette position dépend-elle de la nature de l'œil (« normal » ou myope) ?
- A.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** (dernière page à découper). Rajouter sur le même dessin le tracé d'au moins deux rayons à travers l'instrument.
- A.2.4.4.** Justifier le nom de « viseur à frontale fixe ».

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





Visée de l'image

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 $x_1 = 20$ cm. Pour la visée de l'image $\overline{A'B'}$ à travers la lentille, nous avançons le viseur de $x_2 = 10$ cm. (voir figure ci-dessus)

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

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

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