TD 2 RELATIONS DE CONJUGAISON DES LENTILLES

1. Petit calcul d'entraînement...

L'image par une lentille convergente de focale f' se situe à $\overline{OA'}=\frac{9}{10}f'$.

a) En déduire $\overline{OA}$ et le grandissement.

b) Interpréter les résultats (réel, virtuel, agrandissement ?...)

2. Étude graphique de la relation de conjugaison

On considère une lentille convergente, de focale notée f'.

a) Rappeler les relations de Descartes (conjugaison, grandissement)

On introduit les variables réduites $x=\frac{\overline{OA}}{f'}$ et $x'=\frac{\overline{OA'}}{f'}$: $x=-2{,}5$ signifie donc que l'objet est à 2,5 fois la focale, avant la lentille.

b) Démontrer que $x'=\frac{x}{1+x}$ et que $x'=\gamma x$.

c) En étudiant la fonction $x'(x)$, justifier que la courbe passe par l'origine, que sa limite en $\pm\infty$ vaut 1, que sa limite en -1 vaut $-\infty$ par valeur supérieure et $+\infty$ par valeur inférieure.

Tracer l'allure de cette courbe : x' en fonction de x.

d) Marquer les zones du plan du graphique correspondant à des objets réels ou virtuels, à des images réelles ou virtuelles.

Proposez le plus d'affirmations possibles, du type :

« Pour une lentille convergente, si l'objet est réel, l'image est toujours virtuelle »

(On remarquera que l'affirmation ci-dessus est fausse...)

e) On utilise maintenant la seconde équation incluant le grandissement : ajouter sur le graphique le lieu des points (droite ? courbe?) tels que $\gamma=-1$. On utilisera une autre couleur pour ce tracé.

Avec cette nouvelle couler, trouvez les zones du plan correspondant à une image droite ou inversée, agrandie ou réduite.

Proposez des affirmations (vraies) concernant le grandissement, comme à la question précédente.

f) Pour faire la même étude avec une lentille divergente, il est judicieux de définir $x=\frac{\overline{OA}}{|f'|}=-\frac{\overline{OA}}{f'}$ pour que le signe de x garde son sens physique, et de même : $x'=\frac{\overline{OA'}}{|f'|}=-\frac{\overline{OA'}}{f'}$

On en déduira que $x'=\frac{x}{1-x}$.

3. Encombrement minimum

On considère une lentille convergente de focale f', et on cherche pour quelle position de l'objet, la distance objet image est minimale.

a) Démontrer que $\frac{d\overline{AA'}}{d\overline{OA}}=\left(\frac{f'}{\overline{OA}+f'}\right)^2-1$ (dérivée de la distance objet-image)

b) A étant distinct de O, en déduire $\overline{OA}$ qui minimise $\overline{AA'}$, en fonction de f', puis $\overline{OA'}$.

4. Objectif de microscope

C'est une lentille mince convergente, où l'indication du constructeur « x40 » ou « x100 » indique la valeur absolue du grandissement.

Le microscope est fabriqué pour que l'image produite se trouve dans les deux cas à la distance $D=20\,\text{cm}$ du foyer image de l'objectif.

a) Dans les deux cas, calculer la focale de l'objectif.

b) Dans les deux cas, où se trouve l'objet ?

5. Affirmation toujours vraie

Quelle que soit la lentille, si l'objet est placé avant le foyer objet, l'image est située après le foyer image, et inversement.

Démontrer cette affirmation le plus simplement possible.

6. Objectif macro

Un objectif photographique est constitué d'une lentille convergente L_1 de focale $f_1'=75$ mm et de centre O_1. La pellicule (ou le capteur numérique) est à une distance d de O_1 derrière la lentille : d est une distance réglable entre f_1' et $f_1'+\tau$ ($\tau=4{,}25$ mm est le tirage de l'objectif).

1. On considère un objet AB de hauteur 1,0 cm et situé 35 cm devant l'objectif. Peut-on photographier cet objet en ayant une image nette sur la pellicule ?

2. On place devant l'objectif une lentille additionnelle L_2 convergente, de centre O_2, de vergence $V_2=3{,}0\ \delta$; la distance $D=O_2O_1$ reste constante et égale à 5 cm.

a) Le tirage étant inchangé, déterminer l'ensemble des points A de l'axe qui peuvent, après mise au point, être photographiés (c'est-à-dire donnant une image nette).

b) On désire photographier l'objet de la question 1. La mise au point étant faite, calculer la taille de l'image $A'B'$.