

Licence de Physique-Chimie 2^{ème} année
Examen d'optique durée 2h

Aucun document autorisé.
Calculatrice interdite.

Exercice 1 La loupe

On considère un observateur possédant une vision normale. On admettra qu'il ne perçoit de façon distincte que les objets dont les positions par rapport à l'œil sont comprises entre $d_{max}=\infty$ et $d_m=20$ cm (distances maximale et minimale de vision distincte).

On fournit à cet observateur une loupe afin qu'il puisse observer dans de bonnes conditions des objets de petite taille. Cette loupe est constituée par une lentille mince convergente de centre optique O et de distance focale image f' . On note $A'B'$ l'image que forme la loupe d'un objet AB perpendiculaire à l'axe optique.

1.1 Où l'objet AB doit-il être placé pour obtenir une image $A'B'$ agrandie et non inversée?

Justifier votre réponse par calcul ou tracés de rayons.

1.2 L'œil de l'observateur est placé au foyer image F' de la loupe. Il ne voit nettement à travers la loupe que lorsque AB est situé entre deux positions A_1 et A_2 sur l'axe (A_1 correspond à la position la plus éloignée de la loupe). Exprimer les distances $\overline{OA_1}$ et $\overline{OA_2}$ en fonction de f' et d_m . Application numérique pour $f' = 5$ cm.

1.3 En déduire la latitude de mise au point $D = \overline{A_1A_2}$ de cette loupe en fonction de f' et d_m . Application numérique pour $f' = 5$ cm.

1.4 Calculer le grandissement transversal G_{t2} de la loupe correspondant à la position A_2 de l'objet. Vérifier ce résultat à l'aide d'un tracé des rayons soigné (échelle $\frac{1}{2}$ sur l'axe).

Exercice 2 Doublet de lentilles

On considère le doublet constitué d'une lentille convergente L_1 et d'une lentille divergente L_2 représenté sur la feuille quadrillée jointe ci-après. O_1 et O_2 sont respectivement les centres optiques de L_1 et L_2 , F_1 et F_2 leurs foyers objet, et F'_1 et F'_2 leurs foyers image.

2.1 Compléter sur cette feuille le tracé pour les 2 rayons qui sont indiqués. On fera apparaître sur la feuille les tracés intermédiaires nécessaires à la construction des rayons.

Ne pas oublier de rendre cette feuille avec la copie.

2.2 Justifier, sur votre copie, pourquoi le point noté F est bien le foyer objet du doublet.

2.3 Indiquer sur le tracé la position du foyer image du doublet. **Justifiez votre réponse sur votre copie.**

Exercice 3 Fentes d'Young

On considère le montage optique schématisé sur la figure 1 ci-dessous ; il comprend :

- deux lentilles minces convergentes (L_1) et (L_2) d'axe optique commun ($z'z$), de centres O_1 et O_2 , de distances focales f'_1 et f'_2 respectivement ;
- une source ponctuelle S_0 de longueur d'onde λ_0 , placée au foyer principal objet F_{O_1} de la lentille (L_1).

On place entre les deux lentilles un diaphragme (D) de centre O , situé sur ($z'z$), comportant deux fines fentes disposées de part et d'autre de O (Figure 2).

Les deux fentes sont identiques, de largeur a selon Ox et de longueur b selon Oy , et distantes de d . On considèrera que $b \gg a$.

3.1 Définir la transmittance $t(x,y)$ du diaphragme (D).

3.2 Calculer la répartition de l'intensité lumineuse $I(X)$ au point $P(X)$ dans le plan focal image de (L_2). On se limite ici à l'étude de la diffraction aux petits angles, soit $\theta \ll 1$ (P au voisinage du foyer image F_{i2} de L_2).

Mettre le résultat sous la forme du produit de deux termes : l'un correspondant à la diffraction caractéristique de chaque fente, l'autre aux interférences à deux ondes issues de chaque fente. Exprimer l'interfrange i associée à ces interférences en fonction de f_2' , λ_0 et d . Ecrire $I(X)$ en fonction de i .

3.3 Représenter $I(X)$ pour $d=5a$, en respectant les proportions sur l'axe des abscisses. Faire apparaître i sur le graphe. On fera figurer 20 franges d'interférences.

3.4 On dispose de quatre diaphragmes, comportant chacun deux fentes, à l'image de celui schématisé à la Figure 2 (on considèrera toujours que $b \gg a$). Leurs caractéristiques sont :

Diaphragme D_1 : $a_1 = a$ et $d_1 = 8a$.

Diaphragme D_2 : $a_2 = a$ et $d_2 = 4a$.

Diaphragme D_3 : $a_3 = 2a$ et $d_3 = 8a$.

Diaphragme D_4 : $a_4 = 2a$ et $d_4 = 4a$.

a) Les figures de diffraction enregistrées de l'axe le long de l'axe $F_{i2}X$ pour ces quatre diaphragmes sont reportées, dans le désordre, à la Figure 3.

Associer à chaque diaphragme sa figure de diffraction. **Justifier, à chaque fois, votre réponse sur votre copie.**

b) Expliquer pourquoi l'intensité maximale des figures de diffraction (c) et (d) est 4 fois plus grande que celle des figures de diffraction (a) et (b).

c) Déduire la valeur de a des figures de diffraction. On donne $f_2' = 0,4$ m et $\lambda_0 = 0,5$ μm .

3.5 On trouve dans un tiroir deux diaphragmes dont les caractéristiques (nombre de fentes, largeur, distance inter-fentes) ne sont pas connues a priori (on considèrera que la hauteur des fentes est très grande devant leur largeur, $b \gg a$).

Leurs figures diffraction (e) et (f) sont reportées à la Figure 4. Trouver de quels types de diaphragme il s'agit. On précisera la largeur des fentes, la distance inter-fentes, le nombre de fentes. **Justifiez vos réponses.**

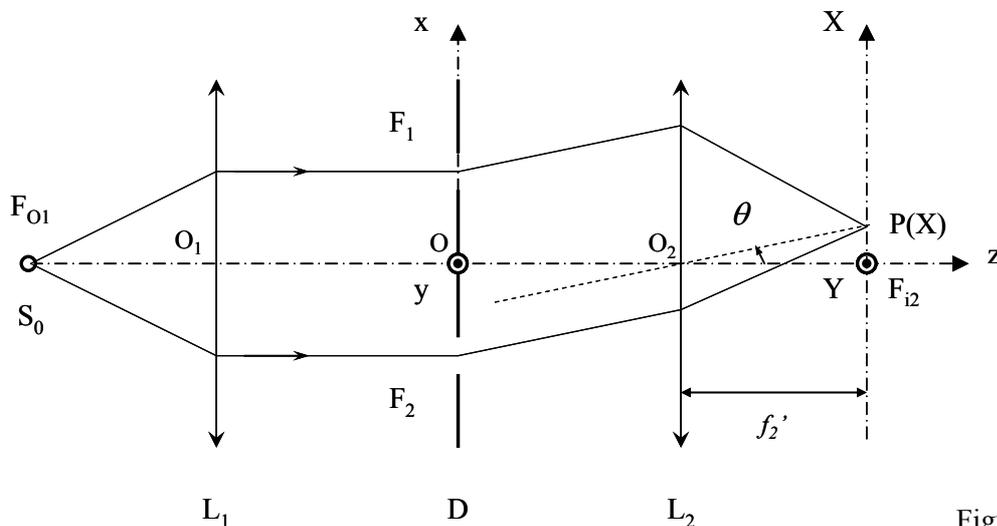


Figure 1

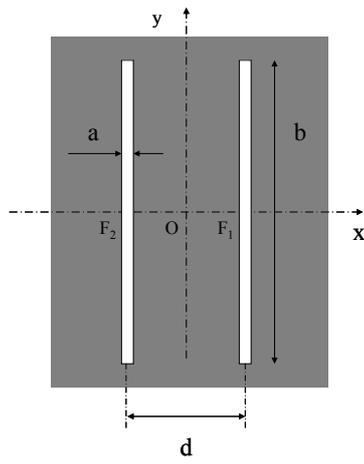


Figure 2

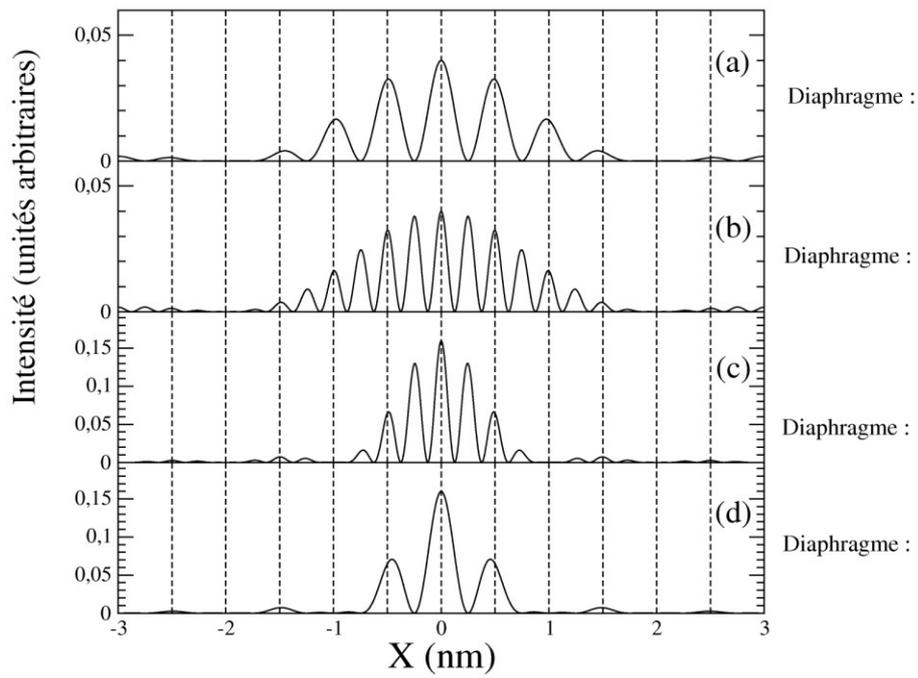


Figure3

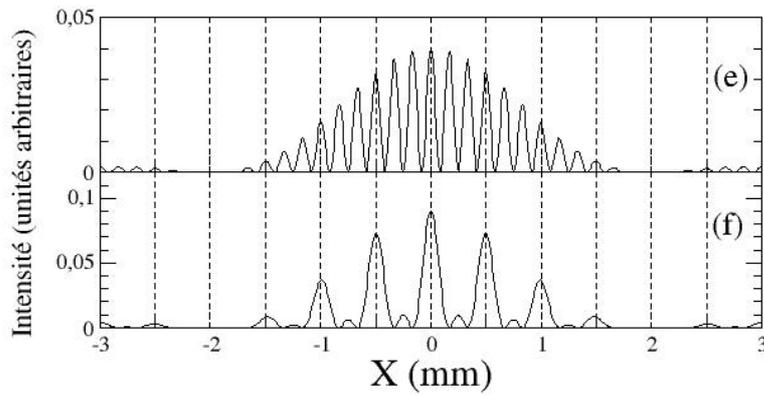


Figure 4

Tracé Exercice 2

Nom :

Prénom :

