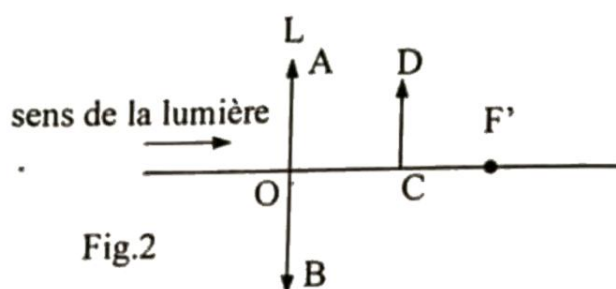
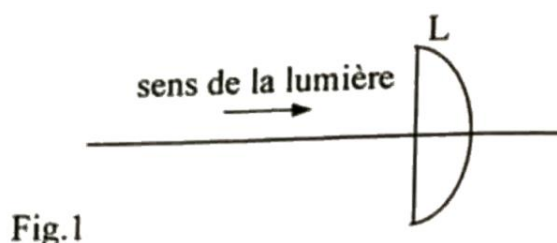


Problème 1: Optique physique

I- Une lentille de verre L , placée dans l'air a la forme donnée sur la figure 1 : une face plane et une face sphérique.



1°) En construisant la marche des rayons lumineux, montrer que cette lentille est convergente.

2°) On assimile L à une lentille mince de distance focale $f = 40$ cm, qu'on utilise dans les conditions de Gauss. Le schéma conventionnel de cette lentille est représenté sur la figure 2 où O représente le centre et F' le foyer image principal.

- a- Construire l'image $C'D'$ de l'objet CD .
- b- Précisez la nature de l'objet CD et celle de l'image $C'D'$.
- c- En supposant que la distance $OC = 30$ cm et que $CD = 5$ mm, déterminer la position et la grandeur de l'image $C'D'$.

II- Cette lentille mince convergente L possède une ouverture $h = AB = 2$ cm. On coupe L suivant l'un de ses diamètres en deux parties égales L_1 et L_2 qu'on translate perpendiculairement à $Z'Z$ de façon que

L_1 et L_2 soient symétriques l'une de l'autre par rapport à O et écartées d'une petite distance $O_1O_2 = e$ (figure.3).

L'ensemble L_1, L_2 est éclairé par une source lumineuse S monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,58 \mu\text{m}$, située sur l'axe $Z'Z$ tel que $SO = 0,6 \text{ m}$.

On obtient ainsi le dispositif appelé : bi-lentilles de Billet.

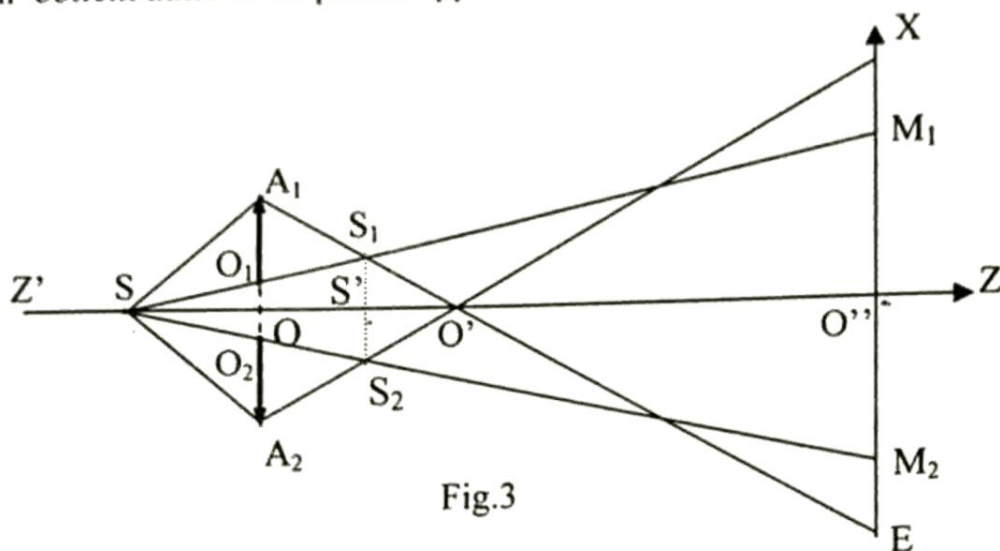


Fig.3

1°) Déterminer l'écartement e quand la distance $S_1S_2 = a = 3 \text{ mm}$.

2°) Montrer que les franges d'interférence sur un écran E perpendiculaire à $Z'Z$ ne sont observables qu'à partir d'une position de l'écran que l'on déterminera par rapport à O .

3°) a- Calculer la largeur $l = M_1M_2$ du champ d'interférence sur l'écran E situé à la distance $\Delta = S'O'' = 0,7 \text{ m}$ qu'on gardera fixe par la suite.

b- Etablir l'expression de l'intensité lumineuse I sur l'écran en fonction de l'abscisse x et tracer l'allure de la courbe $I(x)$.

c- Déterminer dans ces conditions l'interfrange et préciser la position de la frange centrale.

III- Le dispositif interférentiel est éclairé maintenant par une source S polychromatique émettant les radiations suivantes :

$$\lambda_1 = 0,58 \mu\text{m} ; \lambda_2 = 0,55 \mu\text{m} ; \lambda_3 = 0,44 \mu\text{m} ; \lambda_4 = 0,41 \mu\text{m}$$

1°) Qu'obtient-on au point O'' ? Justifier.

2°) On observe au point P repéré par $x = 0,513 \text{ mm}$ la première coïncidence des franges brillantes relatives à deux longueurs d'onde parmi les quatre données. Déterminer ces deux longueurs d'onde.

IV- On place juste après S_2 et sur le trajet des rayons lumineux issus de celle-ci, une lame à faces parallèles, isotrope et transparente d'épaisseur $e' = 6 \mu\text{m}$ et d'indice $n = 1,5$ supposé identique pour les longueurs d'onde considérées.

1°) Que se passe-t-il sur l'écran E ? Justifier.

2°) Donner l'expression de la différence de marche en O'' .

3°) Déterminer la nouvelle position O''' de la frange centrale.

V- On enlève la lame à faces parallèles et on suppose maintenant que la source S émet uniquement et avec la même intensité les deux radiations $\lambda_1 = 0,58 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,55 \mu\text{m}$.

1°) Déterminer la fonction $I(x)$ donnant la répartition de l'intensité sur l'écran.

2°) Calculer le contraste $C(x)$ défini par
$$C(x) = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$$

$I_{\max}$ et $I_{\min}$ étant les extrêmes de I autour de x .

3°) Déterminer les valeurs de x correspondant au minimum et au maximum du contraste.

4°) Décrire brièvement la figure d'interférence.

Problème 2 : Thermodynamique

On considère une pompe à chaleur où le système thermodynamique est de l'air, assimilé à un gaz parfait. Cette pompe fonctionne avec une mole de gaz qui échange du travail avec le milieu extérieur et de la chaleur avec deux sources de chaleur aux températures constantes T_F et T_C respectivement ($T_F < T_C$) en décrivant un cycle composé des transformations suivantes :

Etat 1 $\longrightarrow$ Etat 2 : compression adiabatique réversible.

Etat 2 $\longrightarrow$ Etat 3 : refroidissement à pression constante jusqu'à atteindre la température $T_3 = T_C$ de la source chaude.

Etat 3 $\longrightarrow$ Etat 4 : détente adiabatique réversible.

Etat 4 $\longrightarrow$ Etat 1 : réchauffement à pression constante jusqu'à atteindre la température $T_1 = T_F$ de la source froide.

On donne : $\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \text{constante}$.

Problème 1 : Optique

I- 1°) Nature de la lentille L :

Soit un rayon coïncident avec l'axe $Z'Z$ de L, ce rayon rencontre la 1^{re} et la 2^{ème} face sous incidence nulle ; donc il passe sans subir aucune déviation ; ce rayon coïncide avec l'axe principale de la lentille.

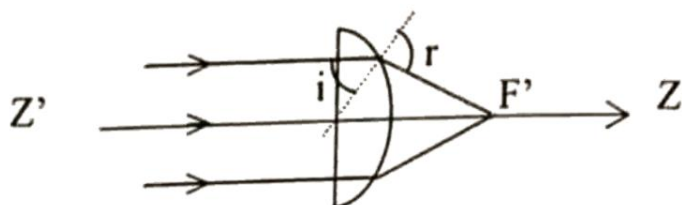


Fig 1

Un rayon parallèle à l'axe principale : Ce rayon tombe normalement sur la face plane et pénètre dans la lentille sans déviation, puis rencontre la face sphérique avec un angle d'incidence i . En émergeant de la lentille, il doit s'écarter de la normale, car il passe d'un milieu plus réfringent à un milieu moins réfringent. Le rayon transmis se rapproche de l'axe de la lentille ; il converge. Il en est de même pour tout rayon émergent. Un rayon parallèle au premier est symétrique par rapport à l'axe converge au même point F' qui est l'image d'un point sur l'axe de la lentille situé à l'infini. F' est le foyer image principal.

2°) a) Puisque la lentille dans l'approximation de Gauss est approximativement stigmatique et aplanétique, l'image C' de C est située sur l'axe principal et l'image $C'D'$ est parallèle à l'objet CD . Pour avoir l'image $C'D'$ il suffit de construire l'image D' de D , le point C' se trouve par projection de D' sur l'axe $Z'Z$.

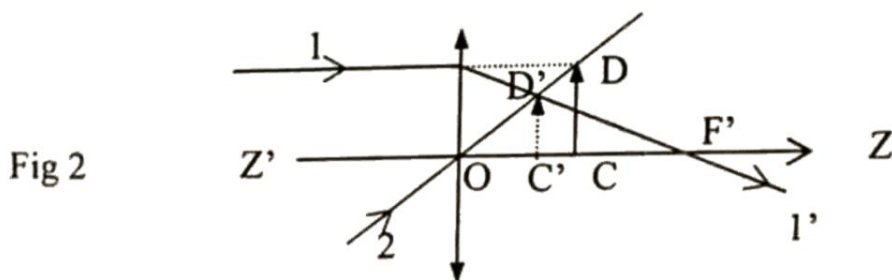


Fig 2

Sur la figure 2, on considère les rayons 1 et 2 qui passent par D s'il n'y avait pas la lentille. Le rayon 1 parallèle à l'axe converge en passant par

le foyer image F' et donne le rayon $1'$. Le rayon 2 passant par le centre O traverse la lentille sans être dévié. L'intersection des rayons $1'$ et 2 donne D' image de D . La projection orthogonale sur l'axe optique permet de trouver l'image $C'D'$ de CD .

b) CD : objet virtuel car les rayons ne proviennent pas réellement de D .

$C'D'$: image réelle car les rayons arrivent réellement à D' .

c) Détermination de la position et de la grandeur de l'image

$C'D'$:

Soit $\overline{OC}$: distance algébrique lentille - objet

$\overline{OC'}$: distance algébrique lentille- image

$\overline{OF'}$: distance focale image de la lentille

La formule de conjugaison des lentilles minces s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{OC'}} - \frac{1}{\overline{OC}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

ce qui donne $\overline{OC'} = \frac{\overline{OC} \cdot \overline{OF'}}{\overline{OC} + \overline{OF'}}$

A.N. : $\overline{OC'} = 17,14 \text{ cm}$

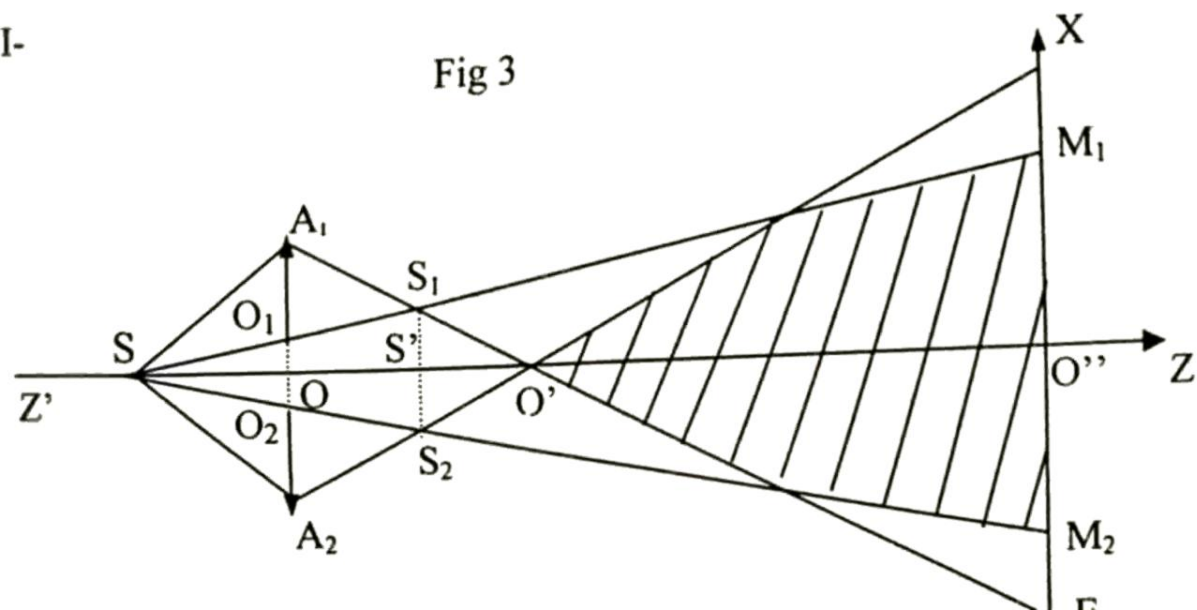
Le grandissement transversal de la lentille s'écrit :

$$\gamma = \frac{C'D'}{CD} = \frac{OC'}{OC}, \quad \text{soit } C'D' = \frac{OC'}{OC} \cdot CD$$

A.N. : $C'D' = 2,85 \text{ mm}$.

I-

Fig 3



1°) Pour déterminer l'écartement $e = O_1O_2$, on considère les deux triangles semblables SO_1O_2 et SS_1S_2 . On peut écrire :

$$\frac{O_1O_2}{S_1S_2} = \frac{OS}{OS + OS'} \quad \text{soit} \quad e = \frac{OS}{OS + OS'} a$$

la relation de conjugaison de la lentille permet de calculer $\overline{OS'}$:

$$\frac{1}{\overline{OS'}} - \frac{1}{\overline{OS}} = \frac{1}{\overline{OF'}}$$

ce qui donne : $\overline{OS'} = \frac{\overline{OS} \cdot \overline{OF'}}{\overline{OS} + \overline{OF'}}$

A.N. : $\overline{OS'} = 1,2 \text{ m}$ et $e = 1 \text{ mm}$.

2°) Le champ d'interférences est représenté par la partie hachurée sur la figure. On voit que les franges ne sont observables que si l'écran E est situé au delà du point O' , point de rencontre sur $Z'Z$ des rayons lumineux s'appuyant sur les bord extrêmes A_1 et A_2 de L_1 et L_2 .

On détermine de la position de O' par rapport à O :

$$OO' = OS' + S'O'$$

Pour déterminer $S'O'$, on considère les triangles semblables $O'S_1S_2$ et $O'A_1A_2$, il vient :

$$\frac{a}{A_1A_2} = \frac{S'O'}{OO'} \Rightarrow \frac{OO'}{A_1A_2} = \frac{S'O'}{a}$$

$$\frac{OS' + S'O'}{A_1A_2} = \frac{S'O'}{a} \Rightarrow a OS' + a S'O' = A_1A_2 \cdot S'O'$$

$$S'O' = a \frac{OS'}{A_1A_2 - a}$$

ce qui donne : $OO' = OS' + a \frac{OS'}{A_1A_2 - a}$

A.N. : $OO' = 1,2 + 0,2 = 1,4 \text{ m}$.

3°) a) Pour déterminer la largeur $l = M_1M_2$ du champ d'interférence sur l'écran, On considère les triangles semblables SM_1M_2 et SS_1S_2 :

$$\frac{M_1M_2}{S_1S_2} = \frac{SO''}{SS'} = \frac{SO + OS' + S'O''}{SO + OS'}$$

ce qui donne $M_1M_2 = \frac{SO + OS' + S'O''}{SO + OS'} S_1S_2$

A.N. : $l = M_1M_2 = 4,17 \text{ mm}$

b) L'intensité lumineuse en un point M(x) est proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration résultante en M.

Du fait que L_1 et L_2 sont identiques et symétriques par rapport à $Z'Z$, on peut supposer que les vibrations lumineuses issues de S_1 et S_2 sont de même amplitudes s_0 et ne présentent aucun déphasage initial.

Ainsi les rayons lumineux provenant des sources S_1 et S_2 et arrivant en M possèdent les états vibratoires :

$$s_1(M) = s_0 \cos(\omega t - \varphi_1) = s_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi r_1}{\lambda}\right)$$

$$s_2(M) = s_0 \cos(\omega t - \varphi_2) = s_0 \cos\left(\omega t - \frac{2\pi r_2}{\lambda}\right)$$

avec $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi c}{\lambda}$

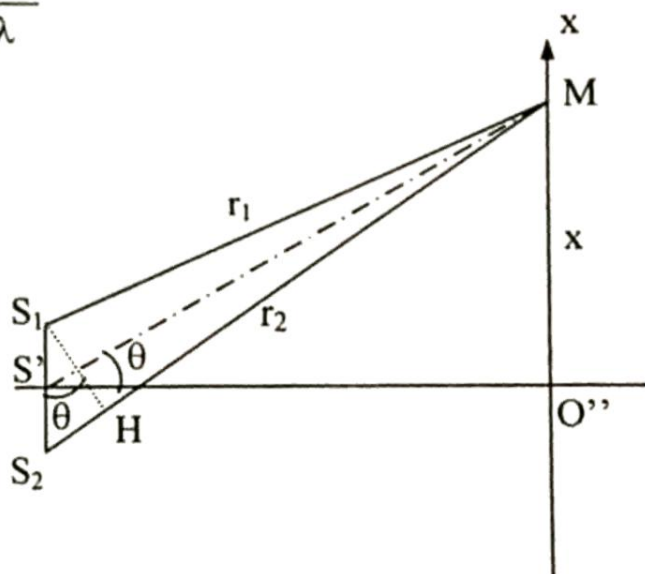


Fig 4

L'état vibratoire en M est décrit par la superposition

$$s(M) = s_1(M) + s_2(M)$$

$$s(M) = s_0 [\cos(\omega t - \varphi_1) + \cos(\omega t - \varphi_2)],$$

$$s(M) = 2 s_0 \cos\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2}\right),$$

$$s(M) = 2 s_0 \cos\left(\frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}\right) \cdot \cos\left(\omega t - \frac{\pi(r_1 + r_2)}{\lambda}\right)$$

Le terme $\cos\left(\omega t - \frac{\pi(r_1 + r_2)}{\lambda}\right)$ représente la forme progressive de l'onde résultante en M.

Le terme $A = 2s_0 \cos\left(\frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}\right)$ représente l'amplitude de la vibration résultante en M.

L'intensité $I(x)$ au point M est alors :

$$I = A^2 = 4s_0^2 \cos^2\left(\frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}\right)$$

Or $S'O'' \gg a \Rightarrow \sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{S'O''}$ (Fig 4)

et $r_2 - r_1 \approx S_2H = a \sin\theta = \frac{ax}{S'O''} = \frac{ax}{\Delta}$

D'où : $I = 4s_0^2 \cos^2\left(\frac{\pi ax}{\lambda \Delta}\right)$

Remarque : On peut aboutir au même résultat en utilisant la notation complexe :

$$\underline{s}_1(M) = s_0 \exp[j(\omega t - \varphi_1)] = s_0 \exp(-j\varphi_1) \exp(j\omega t)$$

$$\underline{s}_2(M) = s_0 \exp[j(\omega t - \varphi_2)] = s_0 \exp(-j\varphi_2) \exp(j\omega t)$$

La vibration résultante s'écrit :

$$\underline{s}(M) = A \exp[j(\omega t - \Phi)] = \underline{A} \exp(j\omega t)$$

En écrivant que : $\underline{s}_1(M) + \underline{s}_2(M) = \underline{s}(M)$

$$\underline{s}(M) = s_0 \exp(j\omega t) [\exp(-j\varphi_1) + \exp(-j\varphi_2)]$$

soit $\underline{A} = s_0 [\exp(-j\varphi_1) + \exp(-j\varphi_2)]$

L'intensité $I(M) = \underline{A} \underline{A}^* = 2s_0^2 [1 + \cos(\varphi_2 - \varphi_1)] = 4s_0^2 \cos^2\left(\frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2}\right)$

Or $\varphi_1 = \frac{2\pi r_1}{\lambda}$ et $\varphi_2 = \frac{2\pi r_2}{\lambda}$

d'où $I(M) = 4s_0^2 \cos^2\left(\frac{\pi(r_2 - r_1)}{\lambda}\right) = 4I_0 \cos^2\left(\frac{\pi ax}{\lambda \Delta}\right)$, $I_0 = s_0^2$.

C'est la même expression trouvée précédemment.

L'allure de la courbe donnant la variation de $I(x)$ est représentée sur la figure 5.

L'intensité passe par des valeurs maximales $I_{\max} = 4s_0^2$ et des valeurs minimales $I_{\min} = 0$.

$I_{\max}$ est obtenue pour $\frac{\pi a x}{\lambda \Delta} = k\pi \Rightarrow x_{\max} = k \frac{\lambda \Delta}{a}$ avec $k \in \mathbb{Z}$

$I_{\min}$ est obtenue pour $\frac{\pi a x}{\lambda \Delta} = (2k+1) \frac{\pi}{2} \Rightarrow x_{\min} = \frac{(2k+1) \lambda \Delta}{2a}$

$k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots$

D'où la représentation :

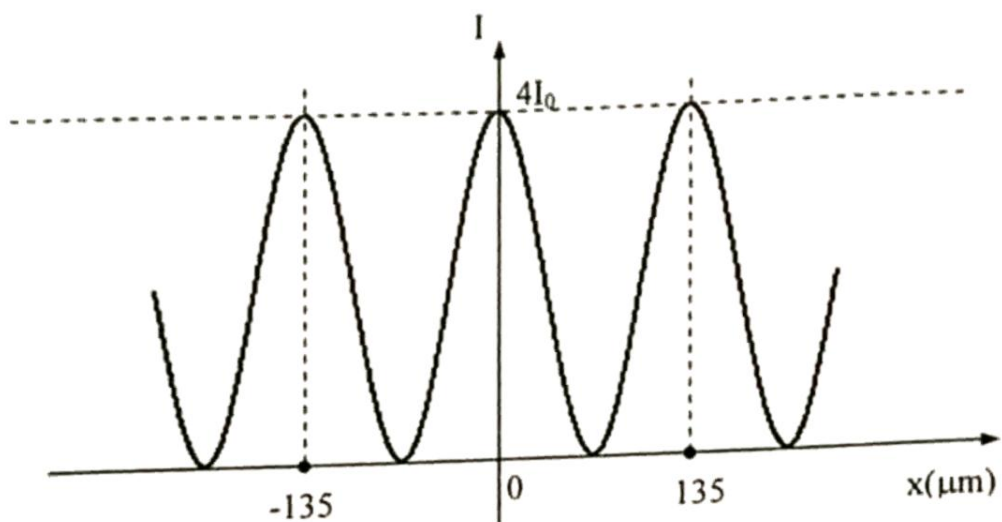


Fig 5

c) L'interfrange est la distance sur l'écran séparant les centres de deux franges brillantes où deux franges sombres consécutives. Sur la figure 5 l'interfrange vaut $i = 135 \mu\text{m}$. L'interfrange n'est autre que la période spatiale de la fonction sinusoïdale $I(x)$.

Remarque : On peut déterminer i par un calcul direct :

$$i = x_{\max_{k+1}} - x_{\max_k} = (k+1) \frac{\lambda \Delta}{a} - k \frac{\lambda \Delta}{a}$$

$$\text{soit } i = \frac{\lambda \Delta}{a}$$

A.N. : $i = 135 \mu\text{m}$.

Position de la frange centrale :

La frange centrale correspond à une différence de marche nulle.

$$\delta = 0 \Rightarrow S_2M - S_1M = 0 \Rightarrow x = 0.$$

Le centre O'' de l'écran correspond à une frange brillante.

III- Le dispositif est éclairé par une source polychromatique émettant les radiations :

$$\lambda_1 = 0,58 \mu\text{m} ; \lambda_2 = 0,55 \mu\text{m} ; \lambda_3 = 0,44 \mu\text{m} ; \lambda_4 = 0,41 \mu\text{m}.$$

1°) Chaque radiation donne un système de franges caractérisé par une interfrange i proportionnel à λ . On assiste à une superposition de ces systèmes de franges.

Le point O'' correspond à la frange centrale pour chacune des longueurs d'onde. En effet $\delta(O'') = 0, \forall \lambda$.

2°) On observe la 1^{ère} coïncidence des franges brillantes entre deux longueurs d'onde parmi les quatre données au point P d'abscisse $x = 0,513 \text{ mm}$. Déterminons les deux longueurs d'onde.

On peut écrire $x_P = k \lambda_n \frac{\Delta}{a} = (k+1) \lambda_m \frac{\Delta}{a}$ avec $\lambda_n > \lambda_m$.

ou encore $\lambda_m = \frac{k}{k+1} \cdot \lambda_n$

	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4
$\frac{X_P a}{\lambda \Delta}$	3,79	4	5	5,36

Donc $\lambda_n = \lambda_2$ pour l'ordre $k = 4$

et $\lambda_m = \frac{4}{4+1} \lambda_2 = \frac{4}{5} \lambda_2 = 0,44 \mu\text{m} = \lambda_3$

Conclusion : Le couple de longueur d'onde recherché est (λ_2, λ_3) .

IV- On place après S_2 une lame à faces parallèles isotrope et transparente d'épaisseur $e' = 6 \mu\text{m}$ d'indice $n = 1,5$.

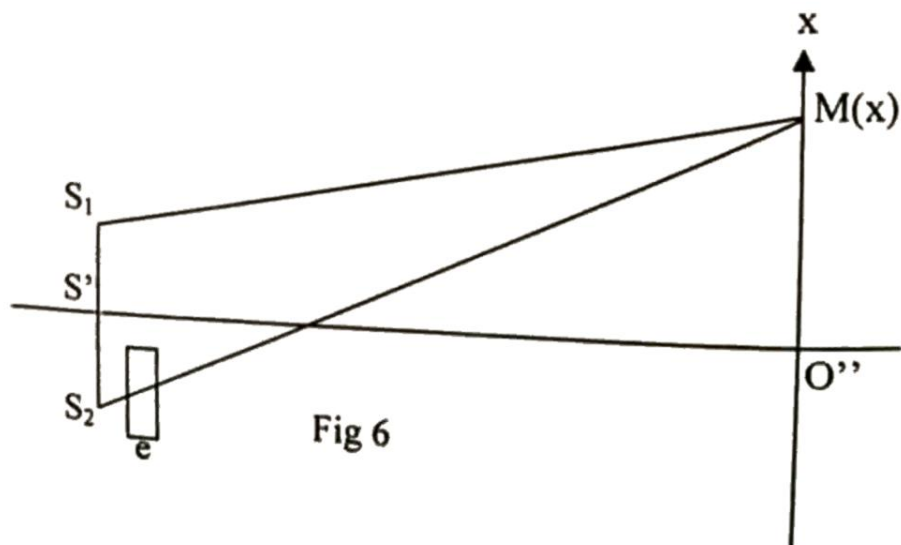


Fig 6

1°) En plaçant la lame, on observe sur l'écran un déplacement en bloc de tout le système d'interférence. En effet l'introduction de la lame devant S_2 augmente le chemin optique $[S_2M]$ de la quantité égale à $(n-1)e$ pour les rayons issus de S_2 . Il en résulte que la différence de marche $[S_2M] - [S_1M]$ pour les rayons qui interfèrent en M s'écrit :

$$[S_2M] - [S_1M] = \frac{a x}{\lambda} + (n-1)e$$

2°) Différence de marche en O'' :

en O'' , $x = 0 \Rightarrow \delta(O'') = (n-1)e$

A.N. : $\delta_{O''} = 3 \mu\text{m}$

3°) La frange centrale correspond à une différence de marche nulle, soit

$$\frac{a x_{O''}}{\Delta} + (n-1)e = 0$$

ce qui donne $x_{O''} = -(n-1)e \frac{\Delta}{a}$

A.N. : $x_{O''} = -0,7 \text{ mm}$

On constate que le déplacement des franges se fait vers le côté où se trouve la lame.

V- Le système interférentiel est éclairé par deux longueurs d'onde voisines $\lambda_1 = 0,58 \mu\text{m}$ et $\lambda_2 = 0,55 \mu\text{m}$; de même intensité.

1°) Les radiations λ_1 et λ_2 n'étant pas synchrones, ne vont pas interférer, mais donnent des répartitions d'intensité qui s'ajoutent :

$$I(M) = I_1(M) + I_2(M)$$

$$\text{avec } I_1(M) = 2I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_1}\right) \right] \text{ et } I_2(x) = 2I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_2}\right) \right]$$

$$\text{soit } I(M) = 2I_0 \left[\left(1 + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_1}\right) \right) + \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_2}\right) \right) \right]$$

$$I(M) = 2I_0 \left[2 + \left(\cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_1}\right) + \cos\left(\frac{2\pi ax}{\Delta\lambda_2}\right) \right) \right]$$

$$I(M) = 4I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{\pi ax}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) \right) \cdot \cos\left(\frac{\pi ax}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} \right) \right) \right]$$

Etant donné le faible écart entre λ_1 et λ_2 , on peut dire que : la fonction $\cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta}\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right)\right)$ est une fonction sinusoïdale dont la période est peu différente de la radiation λ_1 ou λ_2 ; par contre la fonction $\cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta}\left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right)$ possède une période beaucoup plus grande.

La fonction $I(x)$ peut être représentée par une fonction de petite période modulée par la fonction de période beaucoup plus grande (figure 7).

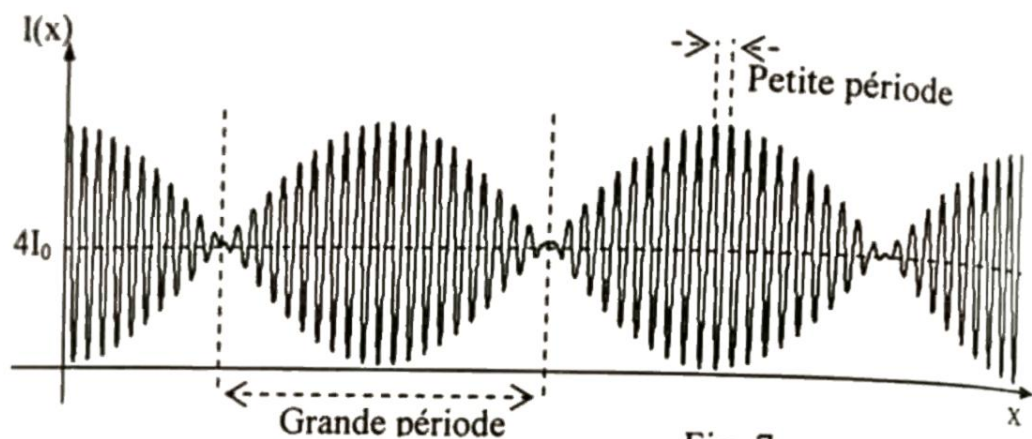


Fig. 7

2°) Calcul du contraste :

Autour de x , il existe de part et d'autre une frange d'intensité maximale et une autre d'intensité minimale (figure 8).

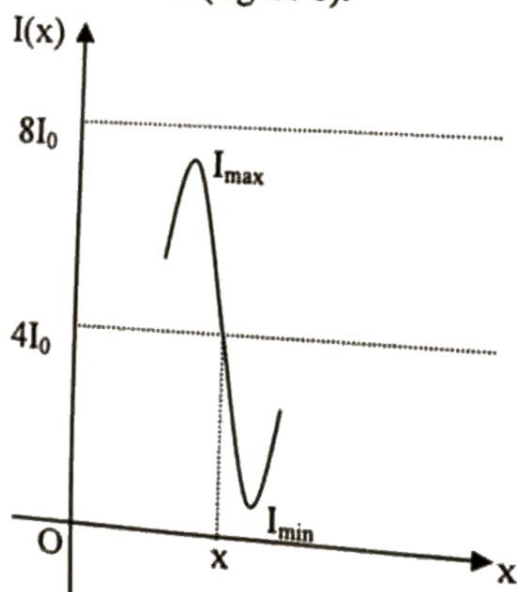


Fig. 8

Le contraste est défini par : $C(x) = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}}$ permet d'évaluer quantitativement la netteté ou le brouillage des franges.

Pour les extréma, $I_{\max}$ ou $I_{\min}$, la fonction $\cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} + \frac{1}{\lambda_1}\right)\right)$ vaut ± 1

$$\text{D'où } I_{\max} = 4s_0^2 \left[1 + \left| \cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right) \right| \right]$$

$$I_{\min} = 4s_0^2 \left[1 - \left| \cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right) \right| \right]$$

On en déduit :

$$C(x) = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} = \frac{4s_0^2 \left[1 + \left| \cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right) \right| - 1 + \left| \cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right) \right| \right]}{4s_0^2 (1+1)}$$

$$\text{D'où } C(x) = \left| \cos\left(\frac{\pi a x}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1}\right)\right) \right|$$

$C(x)$: est une fonction périodique variant entre 0 et 1, dont l'allure est donnée par la figure 9.

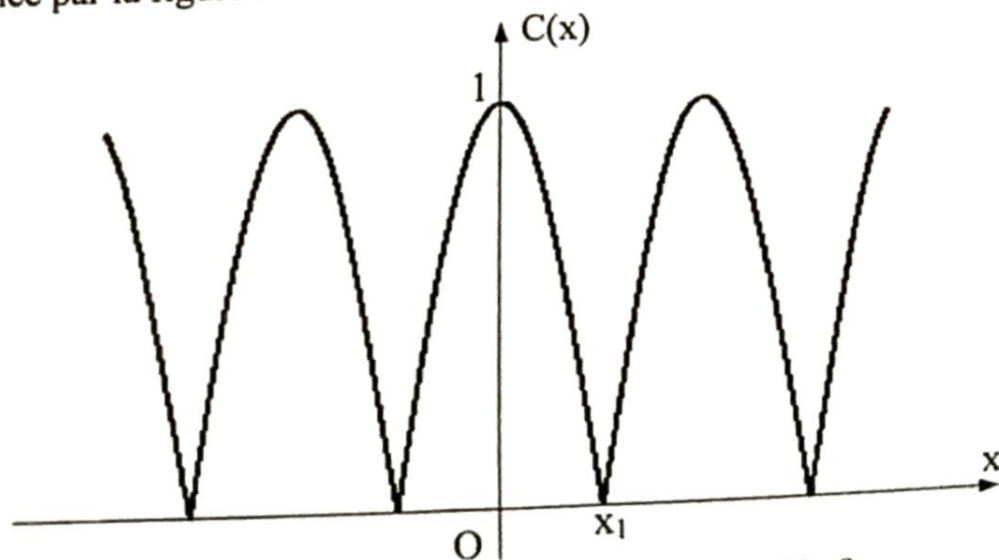


Fig.9

3°) Les abscisses x correspondant aux minimum nul et au maximum du contraste C .
Le premier minimum $C = 0$ (1^{ère} brouillage des franges) s'obtient pour x_1 tel que :

$$\frac{\pi a x_1}{\Delta} \left(\frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1} \right) = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ou encore } x_1 = \frac{\Delta \lambda_1 \lambda_2}{2a (\lambda_1 - \lambda_2)}$$

A.N. : $x_1 \approx 1,24 \text{ mm}$

Les minima de $C(x)$ sont obtenus pour :

$$x_{\min} = (2k + 1) x_1 \text{ avec } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

A.N. : $x_2 = 3,72 \text{ mm}$; $x_3 = 6,2 \text{ mm}$;

Pour les maxima $C = 1$: ils s'intercalent entre les minima.

1^{er} maxima : $x' = 0$ c'est la frange centrale

Les autres maxima de $C(x)$ sont obtenus pour :

$$x'_{\max} = 2k x_1 \text{ avec } k = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

A.N. : $x'_1 = 2,48 \text{ mm}$; $x'_2 = 4,96 \text{ mm}$;

4°) Figure d'interférence sur l'écran :

Sur l'écran on observe des franges dont la netteté est maximale autour de la frange centrale et diminue à cause du décalage des systèmes de franges jusqu'à la 1^{ère} anticoïncidence, puis la netteté augmente de nouveau. Comme la largeur du champ d'interférence calculée en II-3-a, ne vaut que 4,17 mm, on observera de part et d'autre de la frange centrale le 1^{er} brouillage des franges (anticoïncidence).

En effet la coïncidence après la frange centrale (contraste 1) se produit pour $x' = 2,48 \text{ mm}$, soit à une distance supérieure à la demi largeur du

$$\text{champ : } \frac{\ell}{2} = 2,085 \text{ mm}$$

Remarque :

On peut répondre aux questions 3 et 4 sans passer par l'expression du contraste.

En effet on peut se rendre compte que nous avons la superposition de

deux systèmes de franges avec deux interfranges $i_1 = \frac{\lambda_1 \Delta}{a}$ et $i_2 = \frac{\lambda_2 \Delta}{a}$.

Le contraste est maximum lorsqu'il y a coïncidence et minimum lorsqu'il y a antioïncidence.

La 1^{ère} antioïncidence se produit pour la valeur de x tel que :

$$x = k i_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) i_2 \Rightarrow k \lambda_1 = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda_2$$

$$\text{D'où } k(\lambda_1 - \lambda_2) = \frac{\lambda_2}{2} \Rightarrow k = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)}$$

$$\text{Donc } x = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} i_1 = \frac{\lambda_2}{2(\lambda_1 - \lambda_2)} \frac{\lambda_1 \Delta}{a} = \frac{\Delta \lambda_1 \lambda_2}{2 a (\lambda_1 - \lambda_2)}.$$

C'est la valeur qui a été trouvée auparavant.

L'ordre d'interférence k qui coïncide avec le premier brouillage des franges se calcule : $k = 9,16 \approx 9$