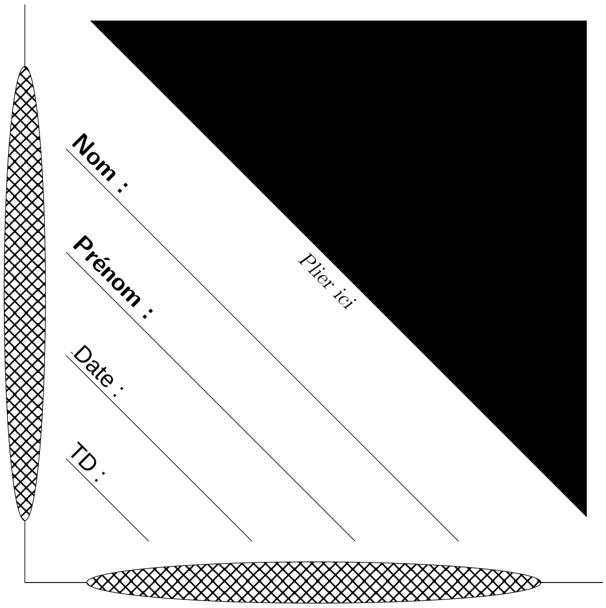
Université de Nice – Sophia Antipolis

Polytech'Nice – PeiP2
Contrôle d'Optique Ondulatoire

29 Mai 2015 – Durée : 1h30

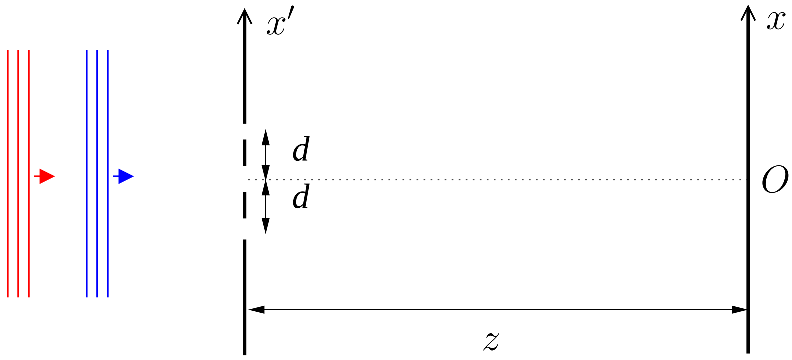


Note :

Cette feuille doit être cachetée par vos soins. Afin de faciliter le décachetage, n'opérez de fixation qu'à l'intérieur des ellipses hachurées

Documents non autorisés.

1. Trois fentes de largeur a sont éclairées par deux ondes planes monochromatiques progressives de longueurs d'ondes λ_1 et λ_2 qui se propagent perpendiculairement au plan des fentes. Les polarisations des deux ondes, $\hat{e}_1$ et $\hat{e}_2$, sont orthogonales : $\hat{e}_1 \cdot \hat{e}_2 = 0$. La distance entre deux fentes consécutives est d, et dans la fente centrale on place un polariseur parallèle à $\hat{e}_1$ (*le polariseur laisse passer l'onde de longueur d'onde* λ_1 *et ne laisse pas passer l'onde de longueur d'onde* λ_2). Le dispositif est placé dans l'air (indice 1).



a. A partir de la relation

$$\tilde{A}_z(x) = \beta \int_{-\infty}^{+\infty} \tilde{A}_0(x') e^{-\frac{2i\pi x x'}{\lambda z}} \mathrm{d}x'$$

démontrer que l'intensité lumineuse de cette figure peut s'écrire

$$I(x) = I_{\lambda_1}(x) + I_{\lambda_2}(x) = I_{\lambda_1}(x=0)\mathcal{F}_{1,diffr}(x)\mathcal{G}_{1,int}(x) + I_{\lambda_2}(x=0)\mathcal{F}_{2,diffr}(x)\mathcal{G}_{2,int}(x)$$

avec

$$\mathcal{F}_{1,diffr}(x) = \left(\frac{\sin[\pi x a/(\lambda_1 z)]}{\pi x a/(\lambda_1 z)}\right)^2 \quad \text{et} \quad \mathcal{G}_{1,int}(x) = \frac{1}{9}(1 + 2\cos[2\pi x d/(\lambda_1 z)])^2,$$

$$\mathcal{F}_{2,diffr}(x) = \left(\frac{\sin[\pi x a/(\lambda_2 z)]}{\pi x a/(\lambda_2 z)}\right)^2 \quad \text{et} \quad \mathcal{G}_{2,int}(x) = \frac{1}{2}(1 + \cos[4\pi x d/(\lambda_2 z)]).$$

1.b Etude de la fonction $\mathcal{G}_{1,int}(x)$. Déterminer la position x des franges sombres et des franges brillantes, en fonction de λ_1, z et d, de l'onde de longueur d'onde λ_1 dues au phénomène de l'interférence. Représenter l'allure de la fonction $\mathcal{G}_{1,int}(x)$.

1.c Etude de la fonction $\mathcal{F}_{1,diffr}(x)$. Déterminer la largeur de la figure de diffraction Δ_1 en fonction de λ_1, z et a et les zéros de la fonction $\mathcal{F}_{1,diffr}(x)$. Représenter l'allure de la fonction $\mathcal{F}_{1,diffr}(x)$.

1.d Etude de la fonction $\mathcal{G}_{1,int}(x)\mathcal{F}_{1,diffr}(x)$. Représenter l'intensité $I_{\lambda_1}(x)$ en fonction de x dans le cas où $d = 5a$.

1.e Etude de la fonction $\mathcal{G}_{2,int}(x)$. Déterminer la position x des franges sombres et des franges brillantes, en fonction de λ_2, z et d, de l' onde de longueur d'onde λ_2 dues au phénomène de l'interférence. Représenter l'allure de la fonction $\mathcal{G}_{2,int}(x)$.

1.f Etude de la fonction $\mathcal{F}_{2,diffr}(x)$. Déterminer la largeur de la figure de diffraction Δ_2 en fonction de λ_2, z et a et les zéros de la fonction $\mathcal{F}_{2,diffr}(x)$. Représenter l'allure de la fonction $\mathcal{F}_{2,diffr}(x)$.

1.g Etude de la fonction $\mathcal{G}_{2,int}(x)\mathcal{F}_{2,diffr}(x)$. Représenter l'intensité $I_{\lambda_2}(x)$ en fonction de x dans le cas où $d = 5a$.

1.h – Si $\lambda_1 \simeq \lambda_2$, déterminer la rélation entre a et d qui permet d'observer sur l'écran au moins 5 franges brillantes pour la longueur d' onde λ_1 et 3 pour la longueur d'onde λ_2.
(*Remarque : il faut donc que les franges brillantes soient contenues dans la largeur de la figure de diffraction*).

– Représenter l'intensité $I(x) = I_{\lambda_1}(x) + I_{\lambda_2}(x)$ en fonction de x .

1.i – Déterminer la rélation entre λ_1 et λ_2 qui permettrait d'observer la superposition de toutes les franges brillantes dans la limite $a \to 0$ (*Remarque : on ne considère alors que le phénomène d'interférence, donc seulement les fonctions $\mathcal{G}_{1,int}$ et $\mathcal{G}_{2,int}$*).

– Représenter l'intensité $I(x) = I_{\lambda_1}(x) + I_{\lambda_2}(x)$ en fonction de x dans le cas où $d = 5a$.