1.5 Interférences à N ondes-Exercice 3

On considère trois fentes d'Young distantes de a, éclairées par une source S de longueur d'onde λ_0. Il y a une lentille de distance focale image f' entre la source et les fentes, avec S en son foyer principal objet, et une lentille de distance focale image f' entre les fentes et l'écran, avec l'écran dans son plan focal image.

a-Faire un schéma du montage. A quoi servent les lentilles ?

b-Calculer la différence de marche δ entre les rayons passant par deux fentes voisines.

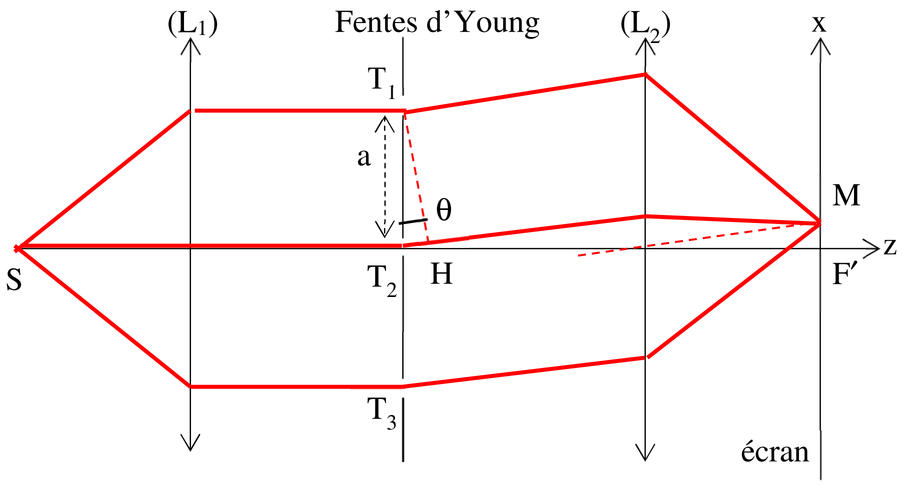
c-Calculer l'intensité sur l'écran en fonction de $\phi = 2\pi\delta/\lambda_0$. Décrire ce qu'on observe sur l'écran.

d-Que se passe-t-il pour $\phi = 2\pi/3$?

1.5 Interférences à N ondes-Exercice 3

---

a-



Les lentilles servent à avoir l'équivalent d'une source ponctuelle S à l'infini et d'un point d'observation M à l'infini (montage de Fraunhofer).

b-On prend le cas des fentes 1 et 2 (calcul identique pour les fentes 2 et 3)

$\delta = (SM)_2 - (SM)_1 = T_2H$ car $(T_1M) = (HM)$ (principe du retour inverse et loi de Malus)

Or : $T_2H = a\sin\theta \approx a\theta$ et $\tan\theta = \dfrac{x}{f'}$ D'où : $\boxed{\delta = \dfrac{ax}{f'}}$

c-Onde 1 : $\underline{E}_1(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_1(M))}$ Onde 2 : $\underline{E}_2(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_2(M))}$ Onde 3 : $\underline{E}_3(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_3(M))}$

Les trois ondes sont <u>cohérentes</u> car synchrones et issues d'une même source. On additionne leurs amplitudes avant de calculer l'intensité car elles vont interférer :

$\underline{E}(M,t) = \underline{E}_1(M,t) + \underline{E}_2(M,t) + \underline{E}_3(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_1(M))} + E_0 e^{i(\omega t - \varphi_2(M))} + E_0 e^{i(\omega t - \varphi_3(M))}$

Astuce : on factorise par $\underline{E}_2(M,t)$ pour respecter la symétrie par rapport à l'axe Oz

$\underline{E}(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_2(M))}[e^{i(\varphi_2(M) - \varphi_1(M))} + 1 + e^{i(\varphi_2(M) - \varphi_3(M))}]$

Or : $\varphi_2(M) - \varphi_1(M) = \dfrac{2\pi}{\lambda_0}\delta = \phi$ et $\varphi_2(M) - \varphi_3(M) = \dfrac{2\pi}{\lambda_0}(-\delta) = -\phi$

Donc : $\underline{E}(M,t) = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_2(M))}[e^{i\phi} + 1 + e^{-i\phi}] = E_0 e^{i(\omega t - \varphi_2(M))}[1 + 2\cos\phi]$

Puis : $I(M) = \dfrac{1}{2} K \underline{E}(M,t).\underline{E}^*(M,t) = \dfrac{1}{2} K E_0^2 [1 + 2\cos\phi]^2$

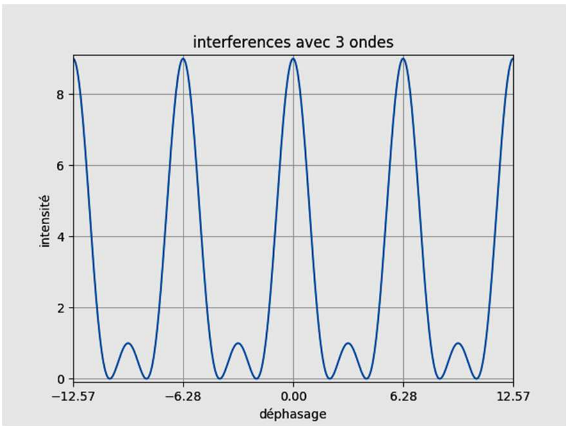
En posant $I_0 = \dfrac{1}{2} K E_0^2$, on a : $\boxed{I(M) = I_0[1 + 2\cos\phi]^2}$

Pour $\phi = 0\ [2\pi]$: $I(M) = 9I_0 = I_{max}$ <u>Frange très brillante</u>

Pour $\phi = \pi\ [2\pi]$: $I(M) = I_0$ <u>Frange peu brillante</u>

Pour $\phi = \dfrac{2\pi}{3}\ [2\pi]$: $I(M) = 0$ <u>Frange sombre</u>

Pour $\phi = \dfrac{4\pi}{3}\ [2\pi]$: $I(M) = 0$ <u>Frange sombre</u>



d- Pour $\phi = \dfrac{2\pi}{3}$ on observe une <u>frange sombre</u>
