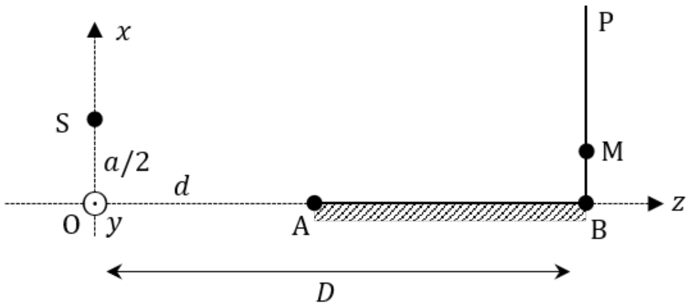
Miroir de Lloyd

S est une source lumineuse monochromatique. On note D la distance entre la source S et le plan de l'écran qui contient un point M. La source est située à une distance $a/2$ du plan qui contient le miroir.



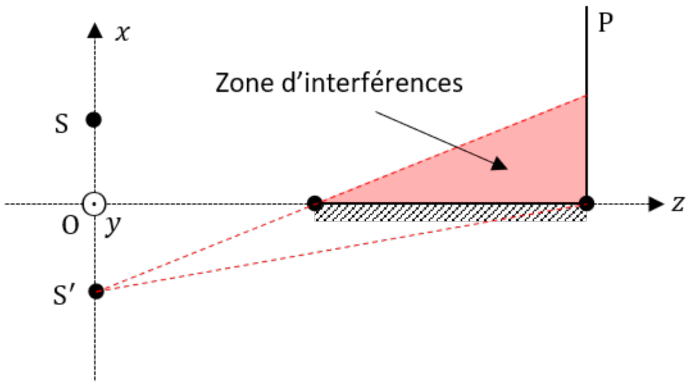
On admet que la réflexion introduit un déphasage de π supplémentaire entre les deux rayons.

On supposera : $D \gg x, a$.

1) Construire soigneusement le champ d'interférences, c'est-à-dire la zone de l'espace où des interférences existent.

Correction

Il faut trouver les points de l'espace où deux rayons interfèrent : le rayon issu directement de la source et le rayon réfléchi. Pour trouver l'ensemble des rayons réfléchis, on trace S′, symétrique de S par rapport au plan du miroir, puis on trace les rayons issu de S′ qui passent par les extrémités du miroir.



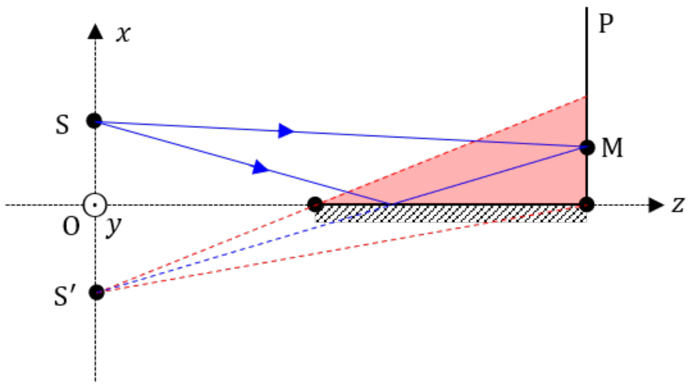
2) Exprimer la différence de chemin optique puis le déphasage entre les deux rayons.

Correction

Détermination de la différence de marche δ.

$$\delta = (\mathrm{SM})_{\text{réfléchi}} - (\mathrm{SM})_{\text{direct}} = \mathrm{S'M} - \mathrm{SM} + \frac{\lambda}{2}$$

Le terme en π provient de la réflexion (cf. énoncé, déphasage de π, ce qui correspond à $\lambda/2$ en terme de différence de marche).



Avec :

$$\begin{aligned}
\mathrm{S'M} &= \sqrt{\left(x + \frac{a}{2}\right)^2 + y^2 + D^2} \\
&= D\sqrt{1 + \left(\frac{x + a/2}{D}\right)^2 + \left(\frac{y}{D}\right)^2} \\
&\simeq D\left[1 + \frac{1}{2}\left[\left(\frac{x + a/2}{D}\right)^2 + \left(\frac{y}{D}\right)^2\right]\right]
\end{aligned}$$

et :

$$\begin{aligned}
\mathrm{SM} &= \sqrt{\left(x-\frac{a}{2}\right)^2+y^2+D^2} \\
&= D\sqrt{1+\left(\frac{x-a/2}{D}\right)^2+\left(\frac{y}{D}\right)^2} \\
&\simeq D\left[1+\frac{1}{2}\left[\left(\frac{x-a/2}{D}\right)^2+\left(\frac{y}{D}\right)^2\right]\right]
\end{aligned}$$

Après simplification :

$$\boxed{\delta=\frac{ax}{D}+\frac{\lambda}{2}}$$

3) Déterminer l'intensité lumineuse $I(x)$.

Correction

Formule de Fresnel :

$$\boxed{I(x)=2I_0\left[1+\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{ax}{D}+\pi\right)\right]=2I_0\left[1-\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda}\frac{ax}{D}\right)\right]}$$

4) Déterminer l'interfrange.

Correction

L'interfrange correspond à la période de l'éclairement.

$$\boxed{i=\frac{\lambda D}{a}}$$