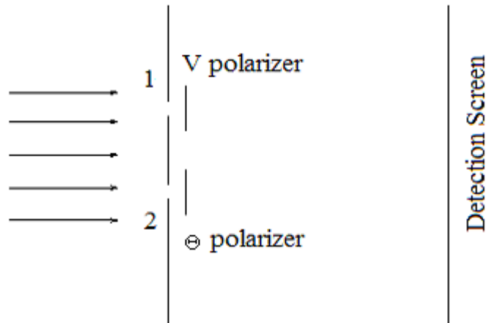


Visibilité de l'expérience de Fresnel Arago

1 Notations



La fente 1 est suivie d'un polariseur d'axe vertical \vec{V} , l'axe perpendiculaire est de direction \vec{H} .

Le polariseur de la fente 2 est incliné de θ par rapport à celui du haut.

On note φ le déphasage au point d'observation M entre les deux ondes.

2 Éclairage lumière naturelle

Le champ sortant de la fente 1 est $\vec{E}_1 = E_0 \vec{V}$

Le champ sortant de la fente 2 est $\vec{E}_2 = E_0 (\cos(\theta) \vec{V} + \sin(\theta) \vec{H})$

Le champ au point d'observation, à une constante multiplicative près, est :

$$\vec{E} = (1 + \cos(\theta)e^{j\varphi}) \vec{V} + \sin(\theta)e^{j\varphi} \vec{H}$$

L'intensité en un point M est :

$$I = \vec{E} \cdot \vec{E}^* = 1 + \cos^2(\theta) + 2 \cos(\theta) \cos(\varphi) + \sin^2(\theta) = 2 + 2 \cos(\theta) \cos(\varphi)$$

Soit un maxi/mini à une constante près : $2 \pm 2 \cos(\theta)$

Et donc une visibilité $V_N = \cos(\theta)$ (indice N pour naturelle)

3 Éclairage lumière polarisée rectilignement

La direction de polarisation de la lumière incidente est inclinée de ψ par rapport à la verticale.

Le champ sortant de la fente 1 est $\vec{E}_1 = E_0 \cos(\psi) \vec{V}$

Le champ sortant de la fente 2 est $\vec{E}_2 = E_0 \cos(\psi - \theta) (\cos(\theta) \vec{V} + \sin(\theta) \vec{H})$

Le champ au point d'observation, à une constante multiplicative près, est :

$$\vec{E} = (\cos(\psi) + \cos(\psi - \theta) \cos(\theta)e^{j\varphi}) \vec{V} + \cos(\psi - \theta) \sin(\theta)e^{j\varphi} \vec{H}$$

L'intensité en un point M est :

$$I = \vec{E} \cdot \vec{E}^* = \cos^2(\psi) + \cos^2(\psi - \theta) \cos^2(\theta) + 2 \cos(\psi - \theta) \cos(\psi) \cos(\theta) \cos(\varphi) + \cos^2(\psi - \theta) \sin^2(\theta)$$

$$I = \cos^2(\psi) + \cos^2(\psi - \theta) + 2 \cos(\psi - \theta) \cos(\psi) \cos(\theta) \cos(\varphi)$$

Soit un maxi/mini à une constante près :

$$\cos^2(\psi) + \cos^2(\psi - \theta) \pm 2 \cos(\psi - \theta) \cos(\psi) \cos(\theta)$$

Et donc une visibilité $V_P = \frac{2 \cos(\psi - \theta) \cos(\psi) \cos(\theta)}{\cos^2(\psi) + \cos^2(\psi - \theta)}$ (indice P pour polarisée)

La visibilité varie pour deux raisons : la polarisation en sortie des polariseurs (comme pour l'éclairage naturel) mais aussi parce que les amplitudes des ondes en sortie des polariseurs sont différentes (projection du champ incident sur les axes des polariseurs).

4 Angle de $\pi/4$ entre les deux polariseurs

$\theta = \pi/4$, soit $V_N = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,7$ et

$$V_P = \frac{\sqrt{2} \cos(\psi - \pi/4) \cos(\psi)}{\cos^2(\psi) + \cos^2(\psi - \pi/4)}$$

En $\psi = \pi/8$, les deux amplitudes en sortie des polariseurs sont identiques comme en lumière naturelle, on devrait donc avoir $V_N = V_P(\pi/8)$

$$V_P(\pi/8) = \frac{\sqrt{2} \cos(\pi/8) \cos(\pi/8)}{\cos^2(\pi/8) + \cos^2(\pi/8)} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \text{ ouf!}$$

Ci-dessous graphe de $V_P(\psi)$ et $V_N = \frac{1}{\sqrt{2}}$

