Nom :

Interrogation de cours

1) Soit deux sources secondaires S_1 et S_2 issues d'une même source S qui émettent des ondes planes monochromatiques de pulsations respectives ω_1 et ω_2 . On appelle $s_1(t)$ l'amplitude scalaire émise par S_1 et I_1 son intensité et $s_2(t)$ celle émise par S_2 d'intensité I_2 . Donner l'expression de $s_1(M,t)$ et $s_2(M,t)$.
En déduire l'expression de l'intensité lumineuse résultant de la superposition de ces deux ondes.

Les deux signaux émis par les deux sources se propagent et atteignent le point M :

$$\begin{cases} s_1(M, t) = s_{1m} \cos\left(\omega_1 t - \frac{2\pi}{\lambda_1}(S_1 M) + \varphi_{01}\right) = s_{1m} \cos(\omega_1 t - \varphi_1(M)) \\ s_2(M, t) = s_{2m} \cos\left(\omega_2 t - \frac{2\pi}{\lambda_2}(S_2 M) + \varphi_{02}\right) = s_{2m} \cos(\omega_2 t - \varphi_2(M)) \end{cases}$$

La lumière étant une onde électromagnétique, on peut utiliser le théorème de superposition, l'onde résultante en M est donc : $s(M, t) = s_1(M, t) + s_2(M, t)$

Puisque les détecteurs lumineux sont sensibles à la moyenne de la puissance surfacique de l'onde, on s'intéresse dans le cas d'ondes lumineuses à l'intensité lumineuse résultante en M (K est pris égal à 1) :

$$\begin{aligned} I(M) &= \langle s^2(M, t) \rangle = \langle (s_1(M, t) + s_2(M, t))^2 \rangle = \langle s_1^2(M, t) + s_2^2(M, t) + 2s_1(M, t)s_2(M, t) \rangle \\ &= \langle s_1^2(M, t) \rangle + \langle s_2^2(M, t) \rangle + 2\langle s_1(M, t)s_2(M, t) \rangle = I_1(M) + I_2(M) + 2\langle s_1(M, t)s_2(M, t) \rangle \end{aligned}$$

avec :

$$\begin{aligned} \langle s_1(M, t)s_2(M, t) \rangle &= \langle s_{1m} \cos(\omega_1 t - \varphi_1(M)) s_{2m} \cos(\omega_2 t - \varphi_2(M)) \rangle \\ \langle s_1 s_2 \rangle &= \left\langle \frac{s_{1m}s_{2m}}{2} \cos\left((\omega_1 + \omega_2)t - (\varphi_1(M) + \varphi_2(M))\right) \right\rangle + \left\langle \frac{s_{1m}s_{2m}}{2} \cos\left((\omega_1 - \omega_2)t - (\varphi_2(M) - \varphi_1(M))\right) \right\rangle \\ \langle s_1 s_2 \rangle &= \frac{s_{1m}s_{2m}}{2} \underbrace{\langle \cos\left((\omega_1 + \omega_2)t - (\varphi_1(M) + \varphi_2(M))\right) \rangle}_{=0} + \sqrt{I_1(M)I_2(M)} \langle \cos((\omega_1 - \omega_2)t + \varphi(M)) \rangle \end{aligned}$$

L'intensité lumineuse résultante se met alors sous la forme :

$$\begin{aligned} I(M) &= I_1(M) + I_2(M) + 2\sqrt{I_1(M)I_2(M)} \langle \cos((\omega_1 - \omega_2)t + \varphi(M)) \rangle \\ \text{avec } \varphi(M) &= \varphi_2(M) - \varphi_1(M) = \frac{2\pi}{\lambda_2}(S_2 M) - \frac{2\pi}{\lambda_1}(S_1 M) - \varphi_{02} + \varphi_{01} \end{aligned}$$

2) Sous quelles conditions les deux sources précédentes sont-elles dites cohérentes ? Comment s'écrit alors la formule de Fresnel ?

Deux sources cohérentes sont nécessairement **synchrones** : elles ont même pulsation.

Formule de Fresnel : $I(M) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\varphi(M))$

Cette condition est nécessaire mais non suffisante.

Il faut que les deux intensités appartiennent au même train d'onde pour avoir un déphasage initial constant et donc pour que le phénomène d'interférences se produise.

3) Définir la notion de surface d'onde. Énoncer le théorème de Malus. Que peut-on dire du chemin optique entre deux points conjugués ?

On appelle surface d'onde relative au point source S une surface formée des points M tels que $(SM) = \text{constante}$
Théorème de Malus (admis) :

Les surfaces d'ondes sont orthogonales aux rayons lumineux, quel que soit le nombre de réflexions ou réfractions subies.

Le chemin optique est conservé entre deux points conjugués : $(AA') = \text{cte}$ si A et A' sont conjugués

Nom :**Interrogation de cours**

1) Soit deux sources secondaires S_1 et S_2 issues d'une même source S qui émettent des ondes planes monochromatiques de pulsations respectives ω_1 et ω_2 . On appelle $s_1(t)$ l'amplitude scalaire émise par S_1 et I_1 son intensité et $s_2(t)$ celle émise par S_2 d'intensité I_2 . Donner l'expression de $s_1(M,t)$ et $s_2(M,t)$.
En déduire l'expression de l'intensité lumineuse résultant de la superposition de ces deux ondes.

2) Sous quelles conditions les deux sources précédentes sont-elles dites cohérentes ? Comment s'écrit alors la formule de Fresnel ?

3) Définir la notion de surface d'onde. Énoncer le théorème de Malus. Que peut-on dire du chemin optique entre deux points conjugués ?