1.2 Superposition d'ondes lumineuses-Exercice 1

La figure ci-dessous représente deux faisceaux laser issus d'une même source et qui se croisent en formant entre eux un angle 2α. Leur longueur d'onde est $\lambda = 633$ nm.

a-Expliquer pourquoi il y a des interférences.

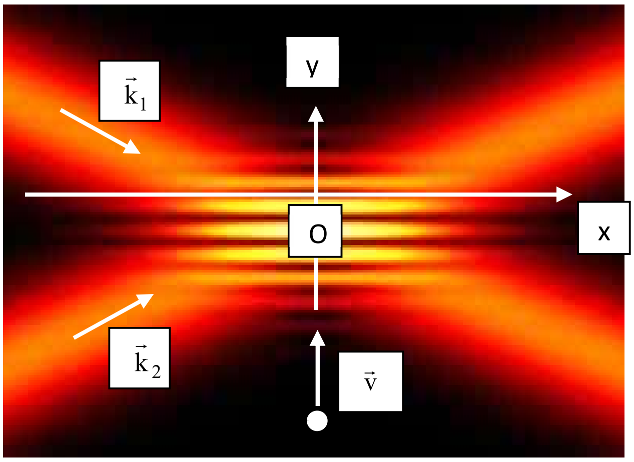
b-Les amplitudes des deux ondes en un point M de vecteur position $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ sont :

$$s_1 = s_0 \cos(\omega t - \vec{k}_1.\vec{r}) \quad \text{et} \quad s_2 = s_0 \cos(\omega t - \vec{k}_2.\vec{r})$$

Calculer l'intensité I dans la zone d'interférences.

c-Définir, calculer littéralement et numériquement l'interfrange.

d-Une particule diffusante de vitesse $\vec{v}$ traverse la zone d'interférences. Elle réfléchit une intensité I′ proportionnelle à I. L'intensité lumineuse I′ est ensuite convertie en une tension électrique que l'on observe à l'oscilloscope pour mesurer sa fréquence f = 50 kHz. En déduire la vitesse v de la particule.



---

a-Les deux ondes sont <u>cohérentes</u> car issues d'une même source. Il y a donc interférences.

b-$I = K\langle(s_1+s_2)^2\rangle = K\langle s_1^2\rangle + K\langle s_2^2\rangle + 2K\langle s_1 s_2\rangle = \frac{1}{2}Ks_0^2 + \frac{1}{2}Ks_0^2 + 2Ks_0^2 \langle \cos(\omega t - \vec{k}_1\vec{r})\cos(\omega t - \vec{k}_2\vec{r})\rangle$

On a :

$$\langle \cos(\omega t - \vec{k}_1\vec{r})\cos(\omega t - \vec{k}_2\vec{r})\rangle = \frac{1}{2}\left[\langle \cos(2\omega t - (\vec{k}_1 + \vec{k}_2)\vec{r})\rangle + \langle \cos((\vec{k}_2 - \vec{k}_1)\vec{r})\rangle\right] = \frac{1}{2}\cos((\vec{k}_2 - \vec{k}_1)\vec{r})$$

D'où : $I = 2I_0\left[1 + \cos((\vec{k}_2 - \vec{k}_1)\vec{r})\right]$ avec $I_0 = \frac{1}{2}Ks_0^2$

On a : $(\vec{k}_2 - \vec{k}_1)\vec{r} = \frac{2\pi}{\lambda}\left(\begin{vmatrix}\cos\alpha \\ \sin\alpha \\ 0\end{vmatrix} - \begin{vmatrix}\cos\alpha \\ -\sin\alpha \\ 0\end{vmatrix}\right).\begin{vmatrix}x \\ y \\ z\end{vmatrix} = \frac{4\pi}{\lambda}\sin\alpha y$ Donc : $\boxed{I = 2I_0\left[1 + \cos(\frac{4\pi}{\lambda}\sin\alpha y)\right]}$

c-Interfrange i = <u>période spatiale</u> de l'intensité Donc : $\frac{4\pi}{\lambda}\sin\alpha i = 2\pi$ d'où : $\boxed{i = \frac{\lambda}{2\sin\alpha}}$

Sur la photo, on mesure $\alpha \approx 30°$. Donc <u>$i = 0{,}633$ µm</u>

d-Le signal est périodique de période T où T est la durée de parcours de la particule entre deux franges.

$i = vT = v/f$ donc : $\boxed{v = fi}$ A.N : <u>$v = 3$ cm.s^{-1}</u>
