

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 $\lambda = 633 \text{ nm}$.

a-Expliquer pourquoi il y a des interférences.

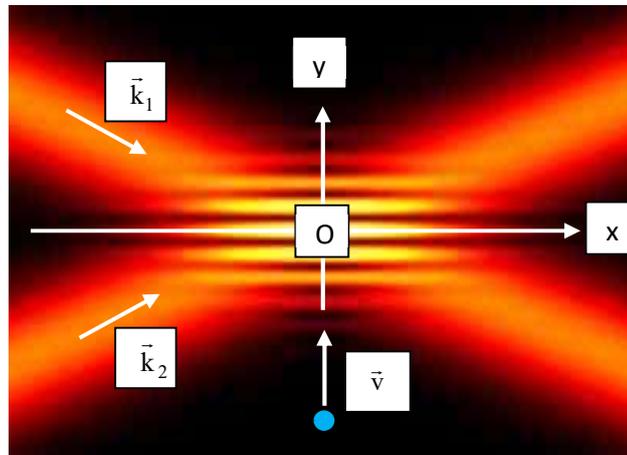
b-Les amplitudes des deux ondes en un point M de vecteur position $\vec{r} = \vec{OM}$ sont :

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

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 $f = 50 \text{ kHz}$. En déduire la vitesse v de la particule.



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 $\lambda = 633 \text{ nm}$.

a-Expliquer pourquoi il y a des interférences.

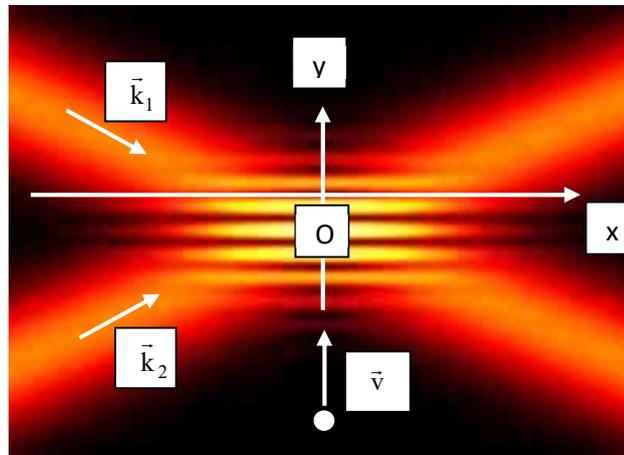
b-Les amplitudes des deux ondes en un point M de vecteur position $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ sont :

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

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 $f = 50 \text{ kHz}$. En déduire la vitesse v de la particule.



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

$$b-I = K \langle (s_1 + s_2)^2 \rangle = K \langle s_1^2 \rangle + K \langle s_2^2 \rangle + 2K \langle s_1 s_2 \rangle = \frac{1}{2} K s_0^2 + \frac{1}{2} K s_0^2 + 2K s_0^2 \langle \cos(\omega t - \vec{k}_1 \cdot \vec{r}) \cos(\omega t - \vec{k}_2 \cdot \vec{r}) \rangle$$

On a :

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

$$D'où : I = 2I_0 \left[1 + \cos((\vec{k}_2 - \vec{k}_1) \cdot \vec{r}) \right] \quad \text{avec} \quad I_0 = \frac{1}{2} K s_0^2$$

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

$$c\text{-Interfrange } i = \text{période spatiale de l'intensité} \quad \text{Donc : } \frac{4\pi}{\lambda} \sin \alpha i = 2\pi \quad d'où : i = \frac{\lambda}{2 \sin \alpha}$$

Sur la photo, on mesure $\alpha \approx 30^\circ$. Donc $i = 0,633 \mu\text{m}$

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

$$i = vT = v/f \quad \text{donc : } v = fi \quad \text{A.N : } v = 3 \text{ cm.s}^{-1}$$