SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 13 : Interférences à deux ondes

- 💡 Une notion à bien comprendre, un point à retenir.
- ♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.
- ✍ Un savoir-faire à acquérir.
- TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 Superposition de deux ondes synchrones

1.1 Linéarité et principe de superposition

- 💡 Dans ce chapitre, on étudie la superposition de deux ondes dans un milieu **linéaire**. La définition d'un milieu linéaire et ses conséquences seront étudiées plus en détail en deuxième année. Pour l'instant, admettons qu'en un point M d'un tel milieu, si deux ondes $s_1(M, t)$ et $s_2(M, t)$ se superposent, alors **l'onde résultante est égale à $s_1(M, t) + s_2(M, t)$** .

1.2 Conditions d'interférences

- ✍ Déterminer l'amplitude A de l'onde résultante en fonction des amplitudes A_1 et A_2 des ondes qui se superposent et de leur déphasage $\Delta\phi$.
- ♥ Écrire la condition d'interférences constructives/destructives de deux ondes en termes de déphasage.

1.3 Calcul du déphasage

- ✍ Relier le déphasage $\Delta\phi(M)$ aux temps de propagation τ_1 et τ_2 entre chaque source et M (distinguer le cas où les deux sources émettent en phase ($\varphi_1 = \varphi_2$) ou non). Connaître l'effet d'une réflexion sur le calcul du déphasage.
- TD Interférences mécaniques : exercices 1, 4.

1.4 Application

- ✍ Calculer le déphasage entre deux ondes en un point de l'espace (avec ou sans réflexion) puis conclure sur la nature des interférences (constructives/destructives/autre). *Astuce : calculer directement $\frac{\Delta\phi(M)}{2\pi}$ permet de répondre plus vite à la question.*
- TD Interférences entre deux ondes synchrones : exercice 2,3,4,5.

1.5 Retour sur les ondes stationnaires

- ✍ Interpréter, en termes d'interférences constructives et destructives, l'apparition de nœuds et de ventres de vibration lorsqu'une onde se réfléchit sous incidence normale sur un obstacle rigide. Retrouver la distance qui sépare deux ventres/deux nœuds consécutifs.

2 Cas particulier des ondes lumineuses

- 💡 Pour produire des interférences entre deux ondes lumineuses, celles-ci doivent être **issues de la même source**.

2.1 Chemin optique

- ♥ Définir le chemin optique (AB) d'une onde lumineuse entre deux points A et B .
- ✍ Donner l'expression du chemin optique dans un MHTI en fonction de l'indice de réfraction du milieu. Adapter au cas où l'onde est déviée au cours de sa propagation (réflexion, réfraction).

2.2 Différence de marche, ordre d'interférence

- ♥ Définir la différence de marche $\delta(M)$ et l'ordre d'interférence $p(M)$ entre deux ondes ($p(M) = \frac{\delta(M)}{\lambda} = \frac{\Delta\phi(M)}{2\pi} = \frac{\Delta t}{T}$). Exprimer la différence de marche en fonction des chemins optiques ($\delta(M) = (SM)_2 - (SM)_1$). Généraliser au cas où il y a des réflexions sur des miroirs ($\delta(M) = (SM)_2 - (SM)_1 + N\frac{\lambda}{2}$).

TD Calcul d'une différence de marche : exercices 2,3,5.

2.3 Nouvelle expression des conditions d'interférences

- ♥ Exprimer la conditions d'interférences constructives ou destructives de deux ondes en termes de différence de marche ou bien d'ordre d'interférence.

2.4 Formule de Fresnel

💡 Tout capteur optique (l'œil y compris) est sensible à la puissance lumineuse moyenne qui éclaire une unité de surface du capteur. On admet qu'une onde lumineuse est décrite par un grandeur scalaire $s(M, t)$ et que pour une onde monochromatique (sinusoïdale) d'amplitude A , l'intensité lumineuse est proportionnelle à A^2 ($I = KA^2$ où K est une constante de proportionnalité positive).

- ♥ Énoncer la formule de Fresnel pour deux ondes lumineuses d'intensités $I_1(M)$ et $I_2(M)$. Donner l'expression dans le cas particulier où $I_1(M) = I_2(M) = I_0$.

📎 Retrouver la formule du Fresnel à partir du résultat démontré au début du chapitre : $A = \sqrt{A_1^2 + A_2^2 + 2A_1A_2 \cos(\Delta\phi)}$.

TD Formule de Fresnel : exercices 3,5.

3 Montage des trous d'Young

3.1 Introduction - diffraction à travers un trou unique

- ♥ Décrire qualitativement la figure de diffraction d'une onde monochromatique à travers un trou (*anneaux de diffraction*).

3.2 Schéma du montage et observations

- ♥ Représenter schématiquement le montage des trous d'Young éclairés par une source lumineuse ponctuelle monochromatique.

- ♥ Décrire l'éclairement observé sur un écran éloigné (*superposition d'anneaux de diffraction et de franges d'interférences rectilignes orientées perpendiculairement à l'axe passant par le centre des deux trous*).

3.3 Allure des franges, interfrange

- ♥ Définir une frange d'interférence (*tous les lieux correspondant à une même valeur de la différence de marche*).

📎 Calculer la différence de marche en un point quelconque de l'écran. Justifier que les franges sont rectilignes ($\delta(x, y)$ ne varie pas selon y)

📎 Donner l'expression de l'intensité lumineuse en tout point de l'écran.

- ♥ Définir l'interfrange et connaître son expression.

📎 Retrouver l'expression de l'interfrange à partir de l'expression de la différence de marche ou de l'intensité lumineuse.

TD Montage de type "trous d'Young" : exercices 1,3,5.