

TD 2

Exercice 1 : Périodes spatiale et temporelle et superposition d'ondes

A – Périodes spatiale et temporelle

Soit une perturbation décrite par le profil : $\psi(x,t) = A \sin(kx - \omega t)$.

1. Dessinez le profil d'onde en fonction de la position x à un instant t donné. Identifiez et faites apparaître sur le graphique la longueur d'onde, notée λ . Reliez k et λ .
2. Quelle est la relation entre la période temporelle T et la pulsation ω . Tracez la perturbation après un temps $t=T/4$, $t=T/2$, $t=3T/4$ et $t=T$.
3. Soit B_0 le point $(0,0,\psi(0,0))$. Suivez l'évolution de ce point avec le temps. Montrez graphiquement que l'onde avance de la distance λ dans le temps T .

B – Superposition d'ondes : méthode graphique

1. On considère qu'à un instant donné t , deux ondes sont décrites par $\psi_1(x) = 1.0 \sin(kx)$ et $\psi_2(x) = 1.0 \sin(kx)$. Représentez l'onde $\psi = \psi_1 + \psi_2$.
2. Même question avec $\psi_1(x) = 1.0 \sin(kx)$ et $\psi_2(x) = 1.0 \sin(kx + \pi)$.
3. Même question avec $\psi_1(x) = 1.0 \sin(kx)$ et $\psi_2(x) = 1.0 \sin(kx + \pi/3)$.

Exercice 2 : Trous d'Young.

La distance a entre deux sources ponctuelles cohérentes S_1 et S_2 est de 1 mm.

A – Sources monochromatiques

Les sources sont monochromatiques, de longueur d'onde $\lambda = 0,5 \mu\text{ m}$.

1. Calculez la valeur de l'interfrange i observé sur un écran placé à $D=1$ m des trous et parallèle à ceux-ci.
2. Déterminez la distance qui sépare la 5^{ème} frange brillante du centre de la figure d'interférences.

B – Sources polychromatiques

On travaille maintenant avec des sources en lumière blanche.

1. On commence par filtrer la lumière des deux sources pour ne garder que les longueurs d'onde $\lambda_1 = 0,5 \mu\text{ m}$ et $\lambda_2 = 0,6 \mu\text{ m}$. A quelle distance du centre de l'écran observe-t-on la 1^{ère} superposition de 2 franges brillantes?
2. En lumière non filtrée ($0,4 < \lambda < 0,8 \mu\text{ m}$), quelles sont les longueurs d'onde éteintes à 2 mm du centre de l'écran? Décrivez qualitativement la figure d'interférences.

Exercice 3 : Diffraction par une fente

1. Une fente de largeur a reçoit un faisceau parallèle de lumière monochromatique ($\lambda = 0,6 \mu\text{ m}$). Derrière la fente, une lentille convergente de focale $f = 50\text{ cm}$ focalise le faisceau émergent sur un écran placé en son foyer image. Calculez la largeur que doit avoir la fente pour que le 1^{er} minimum de la figure de diffraction soit à 5 mm du maximum central. Même question pour qu'il soit à 37,5 cm.
2. Quelle est la longueur d'onde λ de la lumière pour laquelle le 1^{er} maximum (à partir du maximum central) coïncide avec le 1^{er} minimum de la lumière rouge ($\lambda_0 = 0,65 \mu\text{ m}$) ?

Exercice 4 : Image par une lentille

Une lentille est en fait une ouverture circulaire. Par conséquent, l'image d'un point, qui, d'après la théorie de l'optique géométrique, est un point, est en fait une figure de diffraction. Soit une lentille de 2cm de diamètre et de distance focale 40 cm que l'on éclaire avec un faisceau de lumière parallèle monochromatique de $0,59 \mu\text{m}$ de longueur d'onde.

1. Trouvez le rayon du disque central de la figure de diffraction observée dans le plan focal.
2. Déterminez le pouvoir de résolution de cette lentille à cette longueur d'onde.