COURS

Ondes : diffraction, interférences et effet Doppler

Tle

Programme de terminale générale, enseignement de spécialité — BO spécial n°8 du 25 juillet 2019

Relue le 14 novembre 2026

La lumière qui passe par une fente très fine s'étale ; deux haut-parleurs peuvent créer des zones de silence ; la sirène d'une ambulance change de son en passant. Ces phénomènes révèlent la nature ondulatoire de la lumière et du son.

1 La diffraction

DÉFINITION

Étalement d'une onde qui rencontre une ouverture ou un obstacle de dimension a comparable ou inférieure à sa longueur d'onde. L'**écart angulaire** vaut $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (en radians, petits angles). Sur un écran à la distance D, la tache centrale a pour largeur $L = \frac{2\lambda D}{a}$.

2 Les interférences

RÈGLE

Deux ondes **cohérentes** (même fréquence, déphasage constant) qui se superposent interfèrent : **constructivement** si la différence de marche $\delta = k\lambda$ (franges brillantes), **destructivement** si $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ (franges sombres). Avec les fentes d'Young : interfrange $i = \frac{\lambda D}{b}$, où b est la distance entre les fentes.

3 L'effet Doppler

DÉFINITION

Décalage de fréquence perçue quand la source et le récepteur se déplacent l'un par rapport à l'autre : la fréquence perçue est **plus élevée** quand ils se rapprochent, **plus basse** quand ils s'éloignent. Pour $v \ll c$: $\Delta f = f\frac{v}{c}$. Applications : radars routiers, échographie Doppler, vitesse des galaxies (décalage vers le rouge).

EXEMPLE

Un laser de longueur d'onde 633 nm éclaire une fente de 0,10 mm ; l'écran est à 2,0 m. Calcule la largeur de la tache centrale.

1. $L = \frac{2\lambda D}{a} = \frac{2\times633\times10^{-9}\times2{,}0}{0{,}10\times10^{-3}}$.
2. $L \approx 2{,}5 \times 10^{-2}$ m.

La tache centrale mesure environ 2,5 cm.

LE PIÈGE QUI COÛTE LE PLUS DE POINTS

Penser que la diffraction augmente avec la taille de la fente. — C'est l'inverse : plus la fente est **étroite**, plus la diffraction est marquée ($\theta = \lambda/a$).

Le réflexe : Vérifier le sens de variation dans la formule.

EXPLOITER UNE FIGURE D'INTERFÉRENCES

1. Mesurer plusieurs interfranges et diviser pour gagner en précision.
2. Relever D et b en mètres.
3. Appliquer $i = \lambda D/b$ pour calculer la grandeur inconnue.
4. Comparer à la valeur attendue et discuter l'incertitude.

À VÉRIFIER

- Ai-je converti nm et mm en m ?
- Ai-je distingué diffraction et interférences ?
- Ai-je mesuré plusieurs interfranges ?
- Ai-je donné le sens du décalage Doppler ?

À RETENIR

- **Diffraction** : $\theta = \lambda/a$; tache centrale $L = 2\lambda D/a$.
- **Interférences** : $\delta = k\lambda$ (brillant), $(k + ½)\lambda$ (sombre) ; $i = \lambda D/b$.
- **Doppler** : fréquence plus élevée en rapprochement ; $\Delta f = fv/c$.
- Applications : radars, échographie, galaxies.