Diffraction et interférences

Fiche méthode

(Physique-chimie Tle spécialité · Ondes et signaux · Caractériser les phénomènes ondulatoires)

La démarche pour un exercice de diffraction ou d'interférences

1. J'identifie le phénomène : une seule onde qui s'étale (diffraction) ou deux ondes cohérentes qui se superposent (interférences).

2. Je convertis en mètres : nm → 10^{-9} m, µm → 10^{-6} m, mm → 10^{-3} m ; je calcule $\lambda = \dfrac{v}{f}$ si besoin.

3. Je choisis la relation : $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ et $\theta \approx \dfrac{L}{2D}$; $\dfrac{\delta}{\lambda}$ entier ou demi-entier ; $i = \dfrac{\lambda D}{b}$.

4. Je résous littéralement, puis je fais l'application numérique avec le bon nombre de chiffres significatifs.

5. Je contrôle : angle petit en radians, L et i de l'ordre du millimètre ou du centimètre, couleur cohérente avec λ.

Le réflexe — la largeur a d'une fente commande la diffraction, l'écartement b des deux fentes commande l'interfrange ; tout se joue sur le quotient δ/λ.

Cas 1 · Prévoir si la diffraction est marquée

Réflexe — Comparer a et λ dans la même unité.

Exemple. Un son de 250 Hz (v = 340 m·s^{-1}) passe par une fenêtre ouverte de 0,60 m.

$\lambda = \dfrac{340}{250} = 1{,}36$ m, plus grand que a : diffraction **très marquée**.

Attention — fréquence plus haute → λ plus courte → moins de diffraction.

Cas 2 · Exploiter θ = λ/a

Réflexe — $\theta = \dfrac{\lambda}{a} \approx \dfrac{L}{2D}$, en radians.

Exemple. Fente de 40 µm, tache centrale de 49 mm sur un écran à 1,50 m.

$\theta = \dfrac{0{,}049}{2 \times 1{,}50} = 1{,}63 \times 10^{-2}$ rad ; $\lambda = a\,\theta \approx 6{,}53 \times 10^{-7}$ m : **653 nm**, rouge.

Attention — L = 2Dθ : ne pas oublier le facteur 2.

Cas 3 · Additionner deux signaux synchrones

Réflexe — En phase : $A_1 + A_2$; opposition : $|A_1 - A_2|$; $\varphi = 2\pi\dfrac{\Delta\tau}{T}$.

Exemple. Amplitudes 1,2 mm et 0,8 mm, retard d'une demi-période.

Opposition de phase : amplitude $1{,}2 - 0{,}8 =$ **0,4 mm**, pas zéro.

Attention — sources indépendantes → pas d'interférences stables.

Cas 4 · Nature d'un point (sources en phase)

Réflexe — $\delta = d_2 - d_1$ puis $\dfrac{\delta}{\lambda}$.

Exemple. δ = 2,03 µm et λ = 580 nm.

$\dfrac{\delta}{\lambda} = \dfrac{2{,}03 \times 10^{-6}}{580 \times 10^{-9}} = 3{,}5$: demi-entier, interférences **destructives**.

Attention — sources en opposition de phase : conditions inversées.

Cas 5 · Positions des franges d'Young

Réflexe — $i = \dfrac{\lambda D}{b}$; brillante en $k\,i$, sombre en $\left(k + \dfrac{1}{2}\right) i$.

Exemple. $\lambda = 470$ nm, b = 0,25 mm, D = 1,50 m : deuxième frange sombre.

$i = 2{,}82$ mm ; $x = 1{,}5\,i \approx$ **4,23 mm** du centre.

Attention — première frange sombre en i/2.

Cas 6 · Mesurer i, en déduire λ ou b

Réflexe — $i = \dfrac{\ell}{N-1}$ puis $\lambda = \dfrac{i\,b}{D}$.

Exemple. 11 franges brillantes sur 15,5 mm ; D = 1,85 m ; b = 0,72 mm.

$i = \dfrac{15{,}5}{10} = 1{,}55$ mm ; $\lambda = \dfrac{1{,}55 \times 10^{-3} \times 0{,}72 \times 10^{-3}}{1{,}85} \approx$ **603 nm**.

Attention — N franges = N − 1 interfranges.

Les pièges

- Utiliser des degrés dans $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ ou dans $\tan\theta \approx \theta$: l'angle est en radians.
- Écrire $L = D\,\theta$: θ est un demi-angle, $L = 2\,D\,\theta$.
- Confondre a (largeur d'une fente, diffraction) et b (écartement des fentes, interfrange).
- Diviser par N au lieu de $N - 1$ en mesurant un interfrange.
- Croire qu'une frange sombre ne reçoit aucune lumière : les deux ondes y arrivent en opposition de phase ; si l'on masque une fente, le point s'éclaire.
- Mélanger nm, µm, mm et m dans un même calcul.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).