

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 20



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B

Diffraction et interférences

Exploitation de mesures, incertitudes, fentes d'Young, interférences d'ultrasons

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; l'expression littérale précède l'application numérique et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Formulaire : $\theta = \lambda/a$ (θ en radians),

$L = \frac{2\lambda D}{a}$ • interférences : $\delta = k\lambda$ (constructives), $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ (destructives), k entier • fentes

d'Young : $\delta = \frac{bx}{D}$ et $i = \frac{\lambda D}{b}$ • $\lambda = v/f$ • écart normalisé $z = \frac{|x_{\text{mes}} - x_{\text{réf}}|}{u(x)}$; on admet la compatibilité si $z < 2$.

Exercice 1 Vrai ou faux, et pourquoi

4 pts ●●●○

- 1.1** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase (une réponse non justifiée ne rapporte aucun point).
- a) Éclairée par un laser, une fente de 1,0 mm de large donne une tache centrale nettement plus étroite qu'une fente de 50 μm .
 - b) La diffraction d'un son par une porte est d'autant plus marquée que la fréquence est élevée.
 - c) Dans un dispositif de fentes d'Young, remplacer un laser rouge par un laser bleu rapproche les franges.
 - d) Deux lampes de poche identiques placées côte à côte produisent sur un mur une figure d'interférences.
- 1.2** Une fente de largeur a est éclairée par un laser de longueur d'onde λ ; l'écran est à la distance D . Recopier et compléter : « pour que la tache centrale soit deux fois plus large, on peut ... la largeur de la fente ou ... la distance D ».
- 1.3** Un élève trouve $\theta = 0,25$ rad pour une fente de 2,0 μm éclairée à 500 nm. Vérifier ce résultat, puis expliquer pourquoi la relation $L = 2\lambda D/a$ ne s'appliquerait plus si l'on divisait encore la largeur de la fente par 10.

Exercice 2 Contrôle d'un fil de nylon chez un fournisseur

7 pts ●●●●○

Un fournisseur livre un fil de nylon annoncé de diamètre $a_{\text{réf}} = 80,0 \mu\text{m}$. Pour le vérifier, on tend un échantillon devant un laser hélium-néon ($\lambda = 633,0$ nm) et l'on mesure la largeur L de la tache centrale pour cinq distances D différentes.

D (m)	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
L (mm)	16,9	25,3	33,8	42,2	50,6

- 2.1** Montrer que L est proportionnelle à D et exprimer le coefficient directeur k de la droite $L = f(D)$ en fonction de λ et a .
- 2.2** Déterminer k à partir des deux points extrêmes du tableau, en $\text{mm} \cdot \text{m}^{-1}$. Justifier que k est en réalité un nombre sans dimension.
- 2.3** En déduire le diamètre a du fil, en micromètres.
- 2.4** L'incertitude-type relative sur le coefficient directeur vaut $u(k)/k = 2,0\%$ et celle sur λ est négligeable devant elle. En déduire $u(a)$, puis écrire le résultat sous la forme $a = (\dots \pm \dots) \mu\text{m}$.

- 2.5** Calculer l'écart normalisé entre la valeur mesurée et la valeur annoncée par le fournisseur. Le fil livré est-il conforme ? Rédiger en deux phrases la conclusion à transmettre au fournisseur.
- 2.6** Proposer une modification du protocole permettant de diminuer $u(k)$, et expliquer pourquoi utiliser cinq distances est préférable à une mesure unique.

Exercice 3 Des fentes d'Young, du calcul de δ aux franges

5 pts ●●●

Deux fentes S_1 et S_2 , distantes de $b = 0,500$ mm, sont éclairées par un laser de longueur d'onde $\lambda = 633$ nm. L'écran, parallèle au plan des fentes, est à $D = 2,00$ m ; on repère un point M de l'écran par son abscisse x comptée à partir du centre O (figure 1).

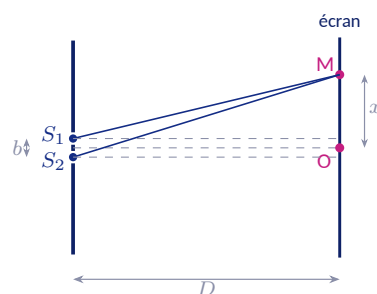


Figure 1 — Géométrie du dispositif

- 3.1** En appliquant le théorème de Pythagore dans les deux triangles rectangles de la figure 1, exprimer S_1M^2 et S_2M^2 en fonction de D , x et b , puis montrer que $S_2M^2 - S_1M^2 = 2bx$.
- 3.2** Comme x et b sont très petits devant D , on admet $S_1M + S_2M \approx 2D$. En déduire que la différence de marche vaut $\delta = \frac{bx}{D}$.
- 3.3** En écrivant la condition d'interférences constructives, montrer que les franges brillantes sont aux abscisses $x_k = k \frac{\lambda D}{b}$, puis calculer l'interfrange i .
- 3.4** Déterminer l'abscisse de la troisième frange sombre à partir du centre, puis le nombre de franges brillantes observables sur une zone de 2,0 cm de large centrée sur O.

Exercice 4 Mesurer la longueur d'onde d'ultrasons

4 pts ●●●

Deux émetteurs à ultrasons identiques, alimentés par le même générateur de fréquence $f = 40,0$ kHz, émettent en phase ; ils sont placés à une distance $b = 10,0$ cm l'un de l'autre. Un récepteur relié à un oscilloscope est déplacé le long d'une règle parallèle au segment joignant les deux émetteurs, à la distance $D = 2,00$ m. On observe, de part et d'autre du centre, une alternance de maxima et de minima d'amplitude.

■ **DONNÉES** célérité du son dans l'air : $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

- 4.1** Calculer la longueur d'onde attendue des ultrasons dans l'air.
- 4.2** Prévoir la distance séparant deux maxima consécutifs sur la règle.
- 4.3** L'expérimentateur mesure en réalité 67,2 cm entre le deuxième maximum situé d'un côté du maximum central et le deuxième maximum situé de l'autre côté. En déduire une valeur expérimentale de la longueur d'onde, puis de la célérité des ultrasons dans l'air. Comparer à la valeur attendue.
- 4.4** L'un des émetteurs est masqué par un écran absorbant : décrire ce que l'on observe alors sur l'oscilloscope lorsqu'on déplace le récepteur, et expliquer.