

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Diffraction et interférences

Conditions de diffraction, angle caractéristique, tache centrale, différence de marche, interfrange

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

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre adapté de chiffres significatifs. Formulaire : diffraction $\theta = \lambda/a$ (θ en radians) et $L = \frac{2\lambda D}{a}$ • interférences : $\delta = k\lambda$ (constructives), $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ (destructives), k entier • fentes d'Young : $i = \frac{\lambda D}{b}$ • $\lambda = v/f$.

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○○

- 1.1** Énoncer la condition portant sur la dimension a de l'ouverture et sur la longueur d'onde λ pour qu'une onde soit nettement diffractée. Citer deux grandeurs de l'onde qui ne sont pas modifiées par la diffraction.
- 1.2** Définir la différence de marche en un point M pour deux sources synchrones S_1 et S_2 , et donner les conditions d'interférences constructives et destructives.
- 1.3** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Une fente de largeur a est éclairée par une lumière de longueur d'onde λ . Si l'on double a :
 - a) ☐ l'angle θ est doublé
 - b) ☐ l'angle θ est divisé par 2
 - c) ☐ l'angle θ est inchangé
 - d) ☐ la tache centrale est doublée
 - b) L'angle caractéristique de diffraction $\theta = \lambda/a$ s'exprime :
 - a) ☐ en degrés
 - b) ☐ en radians
 - c) ☐ en mètres
 - d) ☐ en hertz
 - c) Deux sources synchrones de longueur d'onde λ donnent en M une différence de marche $\delta = 2,5\lambda$. En M, les interférences sont :
 - a) ☐ constructives
 - b) ☐ destructives
 - c) ☐ impossibles à prévoir
 - d) ☐ constructives une fois sur deux
 - d) Dans un dispositif de fentes d'Young, on écarte l'écran des fentes. L'interfrange :
 - a) ☐ augmente
 - b) ☐ diminue
 - c) ☐ reste constant
 - d) ☐ s'annule
- 1.4** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- a) Un son grave est plus diffracté par une porte ouverte qu'un son aigu.
 - b) La figure de diffraction d'un fil et celle d'une fente de même largeur ont la même tache centrale.
 - c) En un point où les interférences sont destructives, l'énergie transportée par les deux ondes a disparu.

Exercice 2 Mesurer le diamètre d'un fil de cuivre émaillé

6 pts ●●○

Un technicien veut vérifier le diamètre a d'un fil de cuivre émaillé. Il tend le fil verticalement devant un laser hélium-néon de longueur d'onde $\lambda = 633 \text{ nm}$ et observe, sur un écran placé à $D = 2,00 \text{ m}$, une figure de diffraction identique à celle d'une fente de largeur a . La tache centrale mesure $L = 5,06 \text{ cm}$.

- 2.1 Faire un schéma du dispositif en y plaçant le laser, le fil, l'écran, la distance D , l'angle θ et la largeur L .
- 2.2 Montrer que $a = \frac{2\lambda D}{L}$, puis calculer le diamètre du fil en micromètres.
- 2.3 Calculer l'angle caractéristique θ en radians puis en degrés. L'approximation des petits angles était-elle justifiée ?
- 2.4 Le technicien éloigne l'écran à $4,00 \text{ m}$. Quelle largeur de tache centrale mesurera-t-il ? Quel est l'intérêt pratique de cette manipulation ?
- 2.5 Il remplace le fil par un fil de diamètre $0,20 \text{ mm}$. Calculer la nouvelle largeur de la tache centrale pour $D = 2,00 \text{ m}$, puis expliquer pourquoi la méthode devient difficile à mettre en œuvre pour des fils encore plus épais.

Exercice 3 Un laser passé au crible des fentes d'Young

5 pts ●●○

Deux fentes fines parallèles, distantes de $b = 0,400 \text{ mm}$, sont éclairées par un laser de longueur d'onde inconnue. Sur un écran placé à $D = 2,00 \text{ m}$, on observe des franges rectilignes régulièrement espacées ; la distance mesurée entre le centre de la première frange brillante et celui de la onzième vaut $3,16 \text{ cm}$.

- 3.1 Quel phénomène rend possible la superposition des ondes issues des deux fentes ? Pourquoi les deux sources S_1 et S_2 sont-elles synchrones ?
- 3.2 Déterminer la valeur de l'interfrange i , en millimètres. Expliquer pourquoi on ne mesure pas un seul interfrange.
- 3.3 En déduire la longueur d'onde λ du laser, en nanomètres, et préciser sa couleur.
- 3.4 Calculer la différence de marche en un point M de l'écran situé à $x = 7,90 \text{ mm}$ du centre de la figure ($\delta = bx/D$). Le point M est-il sur une frange brillante ou sombre ? Préciser le rang de cette frange.
- 3.5 On remplace les deux fentes par deux fentes distantes de $0,200 \text{ mm}$. Calculer le nouvel interfrange et indiquer si la figure est plus ou moins facile à observer.

Exercice 4 Une zone de silence dans la salle

4 pts ●●○

Dans une salle de conférences, deux haut-parleurs S_1 et S_2 reliés au même amplificateur diffusent en phase un son de fréquence $f = 1700 \text{ Hz}$. Un auditeur se plaint d'entendre très mal à sa place M, alors que le son est fort à la place N voisine (figure 1). On mesure $S_1M = 4,20 \text{ m}$, $S_2M = 4,90 \text{ m}$, $S_1N = 5,10 \text{ m}$ et $S_2N = 5,70 \text{ m}$.

- 4.1 Calculer la longueur d'onde λ du son émis.
- 4.2 Calculer la différence de marche en M, l'exprimer en fonction de λ et justifier la gêne de l'auditeur.
- 4.3 Faire de même en N et justifier que le son y est fort.
- 4.4 L'ingénieur du son propose de déplacer légèrement l'un des deux haut-parleurs. Expliquer en quoi cela peut supprimer la zone de silence en M. Indiquer un autre moyen d'y parvenir sans déplacer les haut-parleurs.

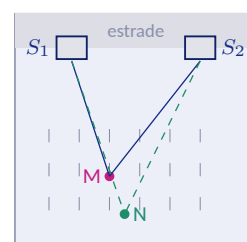


Figure 1 — Vue de dessus de la salle (schéma non à l'échelle)

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