

Diffraction, interférences

Exercices de sciences physiques - niveau 1re

Vingt exercices progressifs sur la diffraction et les interférences : cuve à ondes, fentes et fils, laser, fentes de Young, haut-parleurs, lecture de graphiques. Cherche seul(e), puis compare avec le corrigé séparé.

Cette fiche d'exercices est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Les exercices sur la diffraction et les interférences

Exercice 1 : Questions de cours

1. Définis la diffraction d'une onde.
2. À quelle condition sur la taille de l'ouverture est-elle bien visible ?
3. Donne la relation entre θ , λ et a , avec les unités.
4. Quelles conditions sur la différence de marche δ donnent des interférences constructives ? destructives ?

Exercice 2 : Vrai ou faux ?

Dis si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifie.

- a. La diffraction ne se produit que pour la lumière.
- b. Quand la largeur de la fente diminue, l'angle de diffraction augmente.
- c. La diffraction est très marquée quand l'ouverture est très grande devant la longueur d'onde.
- d. Dans la figure de diffraction par une fente, la tache centrale est la plus lumineuse.
- e. Il y a interférences constructives quand $\delta = (k + \frac{1}{2}) \lambda$.
- f. On observe des franges d'interférences en éclairant deux fentes avec deux lampes ordinaires.
- g. L'interfrange augmente quand on éloigne l'écran.

Exercice 3 : La cuve à ondes

Dans une cuve à ondes, on envoie des ondes planes de longueur d'onde $\lambda = 1,0$ cm sur une ouverture de largeur a variable.

1. Calcule le rapport $\lambda \div a$ pour $a = 8,0$ cm ; $2,0$ cm ; $1,0$ cm ; $0,50$ cm.

2. Dans chaque cas, décris qualitativement l'onde après l'ouverture.
3. Pour quelle ouverture l'onde est-elle pratiquement circulaire ?

Exercice 4 : Angle de diffraction

1. Calcule θ en radians puis en degrés pour un laser de longueur d'onde 650 nm et une fente de largeur 0,10 mm. ($1 \text{ rad} \approx 57,3^\circ$.)
2. Même calcul pour une fente de 0,050 mm.
3. Même calcul pour une lumière bleue de 450 nm et la fente de 0,10 mm.
4. Quelle couleur est la plus diffractée à largeur de fente égale ?

Exercice 5 : Largeur de la tache centrale

Un laser de longueur d'onde 650 nm éclaire une fente de largeur 0,10 mm. L'écran est à $D = 2,00 \text{ m}$.

1. Justifie que l'on peut écrire $\tan \theta \approx \theta$.
2. Calcule la largeur L de la tache centrale.
3. Quelle serait L si $D = 4,00 \text{ m}$?
4. Quelle serait L pour une fente de 0,20 mm et $D = 2,00 \text{ m}$?

Exercice 6 : Quelle est la longueur d'onde du laser ?

Un laser inconnu éclaire une fente de largeur $a = 0,080 \text{ mm}$. L'écran est à $D = 1,50 \text{ m}$. La figure montre la tache sur l'écran, avec une règle graduée en centimètres.

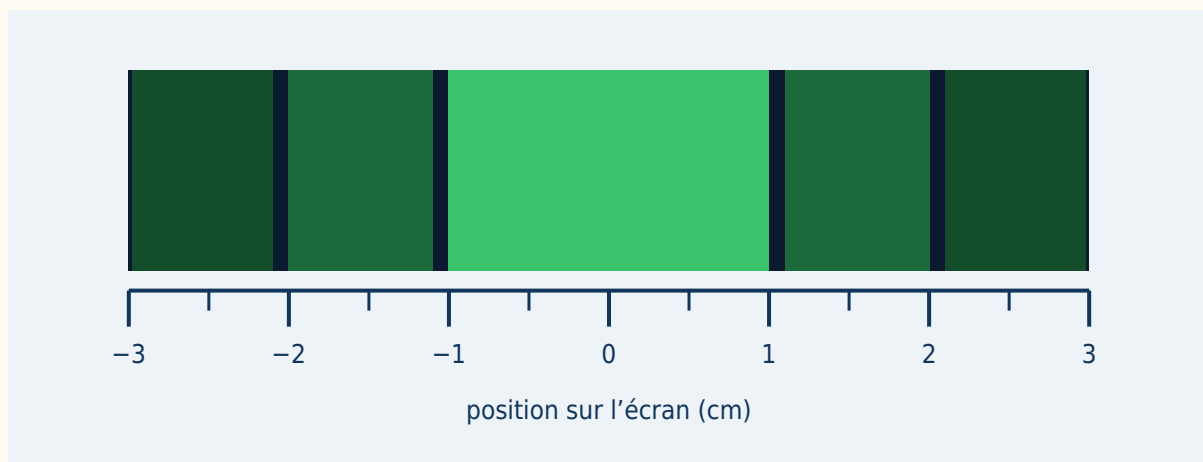


Figure de diffraction observée sur l'écran, avec sa règle.

1. Lis la largeur L de la tache centrale.
2. Calcule l'angle θ .
3. Déduis-en la longueur d'onde λ du laser.
4. De quelle couleur est cette lumière ? Justifie à l'aide du domaine visible (400 à 800 nm).

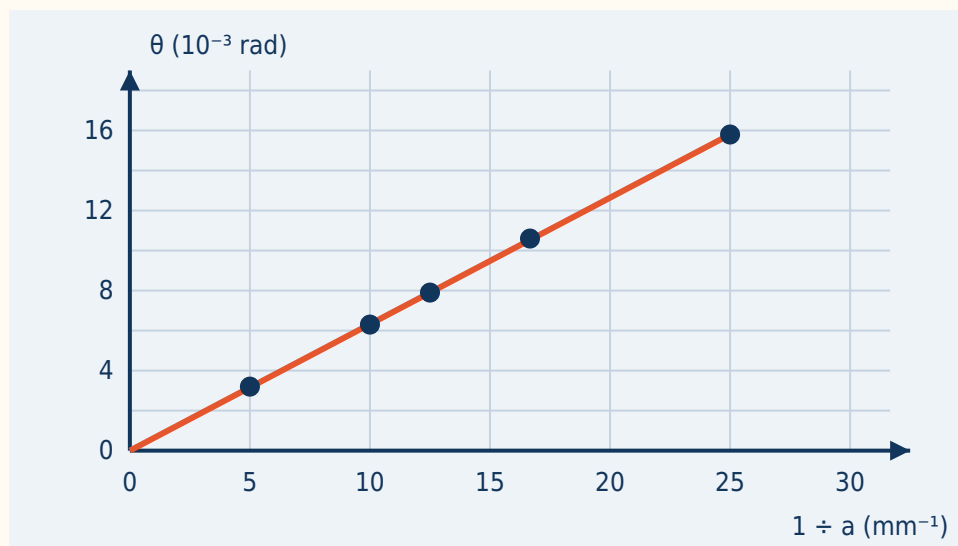
Exercice 7 : Mesurer l'épaisseur d'un fil

Un fil fin placé dans le faisceau d'un laser de longueur d'onde 633 nm donne sur un écran situé à $D = 1,50$ m une figure analogue à celle d'une fente de même largeur que le fil. La tache centrale mesure $L = 2,4$ cm.

1. Pourquoi peut-on appliquer les relations de la fente à un fil ?
2. Calcule le diamètre a du fil.
3. Exprime le résultat en micromètres. Le résultat est-il compatible avec l'épaisseur d'un cheveu (50 à 100 μm) ?

Exercice 8 : θ en fonction de l'inverse de a

On éclaire des fentes de largeurs a différentes avec le même laser et l'on mesure θ . Le graphique donne θ en fonction de $1 \div a$ (avec $1 \div a$ exprimé en mm^{-1}).



Angle de diffraction en fonction de l'inverse de la largeur de la fente.

1. Quelle est la nature de la courbe ? Que peut-on en conclure ?
2. Détermine son coefficient directeur et exprime-le en radians par mm^{-1} , puis en mètres.
3. Quelle grandeur physique ce coefficient représente-t-il ? Donne sa valeur en nanomètres.
4. Détermine graphiquement θ pour $a = 0,050$ mm.

Exercice 9 : Constructif ou destructif ?

Deux ondes lumineuses de longueur d'onde $\lambda = 500$ nm interfèrent en différents points. Pour chaque différence de marche, détermine le type d'interférences :

- a. $\delta = 1,50$ μm ;
- b. $\delta = 1,25$ μm ;
- c. $\delta = 1,00$ μm ;

d. $\delta = 0,875 \mu\text{m}$.

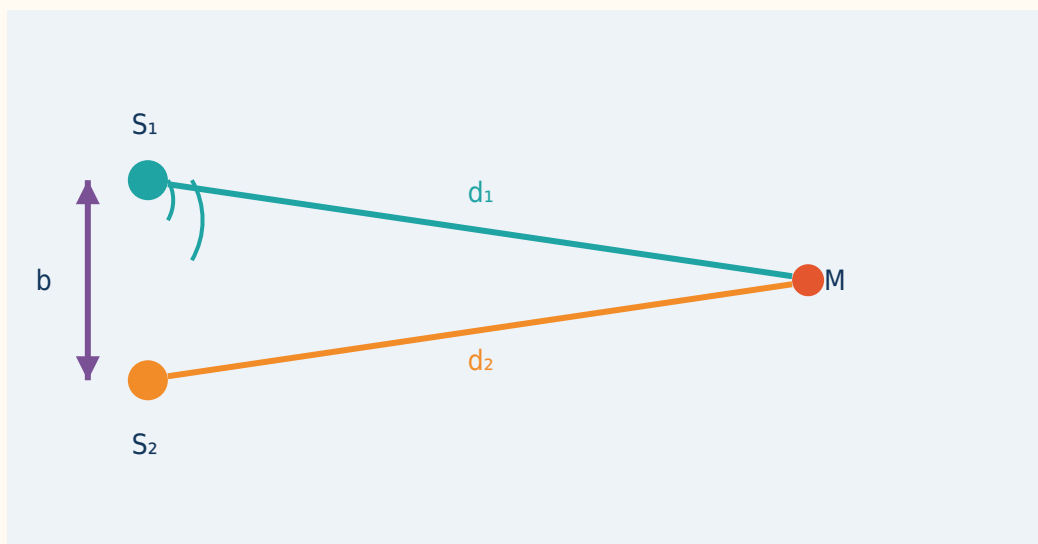
Exercice 10 : Deux haut-parleurs

Deux haut-parleurs alimentés par le même signal sinusoïdal de fréquence 1 700 Hz émettent en phase. Célérité du son : 340 m/s.

1. Calcule la longueur d'onde.
2. Un microphone est à $d_1 = 3,00 \text{ m}$ du premier et $d_2 = 3,50 \text{ m}$ du second. Calcule δ et conclus.
3. Même question avec $d_1 = 3,00 \text{ m}$ et $d_2 = 3,40 \text{ m}$.
4. Un auditeur marche et perçoit des maxima et des minima de son : explique.

Exercice 11 : Ondes à la surface de l'eau

Deux pointes S_1 et S_2 vibrent en phase à la surface de l'eau avec la même fréquence ; la longueur d'onde est $\lambda = 2,0 \text{ cm}$. On étudie les points A, B, C et D de la surface, dont on a mesuré les distances d_1 à S_1 et d_2 à S_2 .



Deux sources synchrones S_1 et S_2 et un point M de la surface.

Point	$d_1 \text{ (cm)}$	$d_2 \text{ (cm)}$
A	8,0	10,0
B	9,0	12,0
C	10,0	14,0
D	7,0	8,0

1. Calcule la différence de marche en chaque point.
2. Indique si la surface y est agitée au maximum (vibration d'amplitude maximale) ou immobile.
3. À quelle condition sur δ la surface serait-elle immobile en un point ?

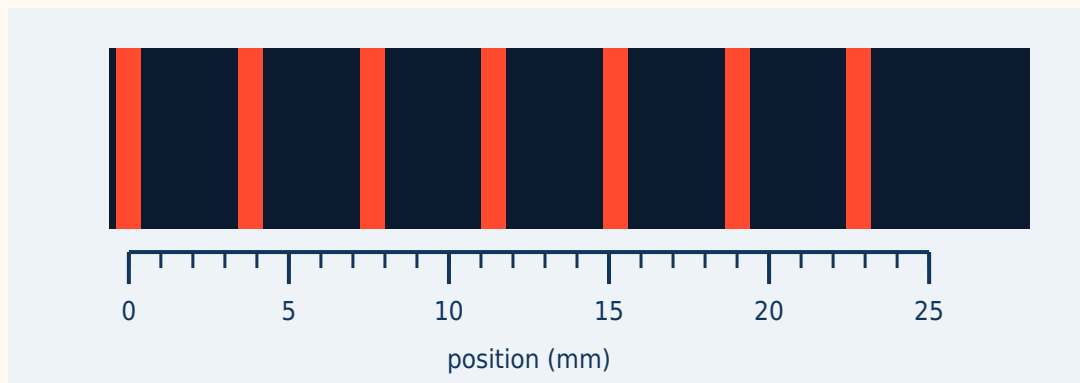
Exercice 12 : Fentes de Young

On éclaire deux fentes distantes de $b = 0,20 \text{ mm}$ avec un laser de longueur d'onde 633 nm . L'écran est à $D = 1,80 \text{ m}$.

1. Calcule l'interfrange i .
2. À quelle distance de la frange centrale se trouve la 3^e frange brillante ?
3. Où se trouve la première frange sombre ?

Exercice 13 : Mesure d'un interfrange

Avec un laser de longueur d'onde 633 nm et $D = 1,50 \text{ m}$, on photographie les franges et on les place devant une règle graduée en millimètres. Les sept franges brillantes visibles sont représentées ; la première est placée en face du zéro.



Franges d'interférences devant une règle graduée en millimètres.

1. Détermine la distance entre la 1^{re} et la 7^e frange brillante.
2. En déduis l'interfrange i .
3. Calcule la distance b entre les fentes.
4. Pourquoi mesure-t-on plusieurs interfranges plutôt qu'un seul ?

Exercice 14 : Pourquoi un laser ?

1. Pourquoi n'observe-t-on pas de franges avec deux lampes de poche éclairant deux fentes ?
2. Quelle astuce utilise le dispositif de Young pour obtenir deux sources cohérentes ?
3. Pourquoi un laser est-il bien adapté à ces expériences ?

Exercice 15 : Comment varie l'interfrange ?

Dans une expérience de référence : $\lambda = 633 \text{ nm}$, $b = 0,25 \text{ mm}$, $D = 1,50 \text{ m}$.

1. Calcule l'interfrange i_0 .
2. Que devient i si b est doublé ? si D est doublé ?
3. On remplace le laser par une source de longueur d'onde 450 nm . Calcule i .

4. Les franges sont-elles plus serrées en lumière bleue ou rouge ? Justifie.

Exercice 16 : Le son et la lumière derrière une porte

Une porte entrouverte a une largeur $a = 0,80$ m. Un son de fréquence $1\,000$ Hz ($v = 340$ m/s) et la lumière de longueur d'onde $5,0 \times 10^{-7}$ m la traversent.

1. Calcule λ pour le son puis $\theta = \lambda \div a$ pour le son.
2. Calcule θ pour la lumière.
3. Explique pourquoi on entend la personne derrière la porte sans la voir.

Exercice 17 : Une fente de largeur variable

Un laser de longueur d'onde inconnue éclaire une fente de largeur réglable ; l'écran est à $D = 1,00$ m. On mesure la largeur L de la tache centrale :

a (mm)	0,050	0,10	0,20	0,40
L (mm)	26	13	6,5	3,25

1. Calcule le produit $L \times a$ pour chaque mesure (en m^2) ; que constates-tu ?
2. Dédus-en la longueur d'onde du laser.
3. Prévois L pour $a = 0,30$ mm.

Exercice 18 : Rouge contre vert

Un laser rouge (650 nm) et un laser vert (532 nm) éclairent successivement la même fente de 0,10 mm, l'écran étant à $D = 2,00$ m ; puis les mêmes fentes de Young, de distance $b = 0,50$ mm, avec le même écran.

1. Calcule la largeur L de la tache centrale pour chaque laser.
2. Calcule l'interfrange pour chaque laser.
3. En lumière blanche, quelle couleur observe-t-on sur le bord extérieur de la tache centrale de diffraction ? Justifie.

Exercice 19 : Concevoir un protocole

Tu disposes d'un laser de longueur d'onde connue (650 nm), d'un cheveu, d'un support, d'un écran et d'un mètre ruban. Rédige un protocole pour déterminer le diamètre du cheveu, en précisant les mesures, la formule et la manière de limiter l'incertitude.

Exercice 20 : Le casque à réduction de bruit

Un casque à réduction de bruit capte le bruit extérieur et émet un son « opposé » pour l'atténuer. On considère un bruit sinusoïdal de fréquence 500 Hz, célérité du son 343

m/s.

1. Calcule la période et la longueur d'onde.
2. Explique le principe en utilisant les interférences destructives.
3. De combien le signal émis par le casque doit-il être décalé dans le temps par rapport au bruit pour que la superposition soit destructive ? À quelle différence de marche cela correspond-il ?
4. Pourquoi ce procédé est-il peu efficace pour des sons très aigus ou irréguliers ?