

Ondes et diffraction

Contrôle de sciences physiques - niveau Terminale

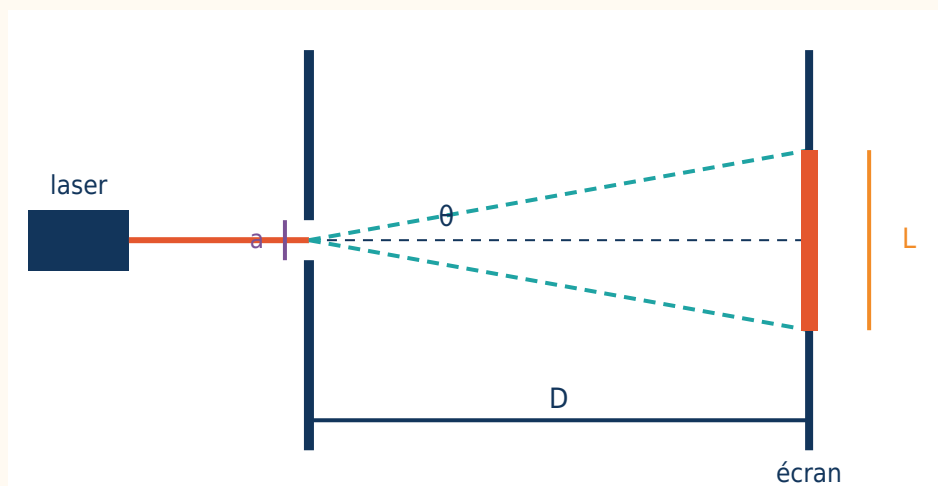
Ce contrôle de 1 h 30 porte sur la diffraction et les interférences des ondes lumineuses et sonores. La calculatrice est autorisée. Le barème est sur 20 points ; la rédaction, les unités et les chiffres significatifs sont pris en compte. Données : célérité de la lumière dans le vide $c = 3,00 \times 10^8$ m/s ; célérité du son dans l'air $v = 340$ m/s ; pour les petits angles, $\tan \theta \approx \theta$ (en radian).

Ce contrôle est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Le sujet du contrôle sur la diffraction et les interférences

Exercice 1 : Diffraction par une fente fine (4 points)

Un faisceau laser de longueur d'onde $\lambda = 633$ nm éclaire une fente verticale de largeur $a = 0,100$ mm. On observe la figure de diffraction sur un écran placé à la distance $D = 2,00$ m de la fente. L désigne la largeur de la tache centrale et θ l'écart angulaire (demi-angle) du faisceau diffracté.



Diffraction d'un faisceau laser par une fente (schéma hors échelle).

1. À quelle condition portant sur a et λ le phénomène de diffraction est-il nettement visible ?
2. Rappelle la relation entre θ , λ et a , puis calcule θ en radian.
3. Montre que $L = 2\lambda D / a$, puis calcule L en centimètre.
4. On remplace la fente par une fente de largeur $0,050$ mm. Calcule la nouvelle largeur L de la tache centrale et conclus sur l'effet de la largeur de la fente.

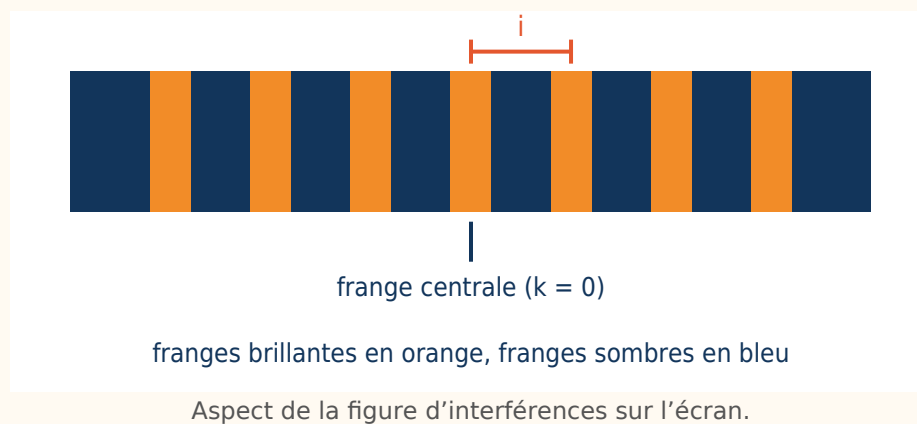
Exercice 2 : Mesure du diamètre d'un fil (4 points)

Pour mesurer le diamètre d'un fil fin tendu verticalement, on l'éclaire avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 650 \text{ nm}$. Sur un écran placé à $D = 1,80 \text{ m}$ du fil, on mesure la largeur de la tache centrale : $L = 2,6 \text{ cm}$. La figure de diffraction obtenue est la même que celle d'une fente dont la largeur serait égale au diamètre du fil.

1. Quel nom donne-t-on à ce principe qui relie la diffraction par un fil et par une fente ?
2. Exprime le diamètre d du fil en fonction de λ , D et L , puis calcule-le en micromètre.
3. Le fabricant annonce $d_0 = 92 \text{ }\mu\text{m}$. Calcule l'écart relatif entre la mesure et la valeur annoncée.
4. On éclaire le même fil avec un laser vert de longueur d'onde 532 nm . Calcule la nouvelle largeur L' de la tache centrale.

Exercice 3 : Interférences avec les fentes d'Young (5 points)

Un laser de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$ éclaire deux fentes fines distantes de $b = 0,300 \text{ mm}$. L'écran est à $D = 1,50 \text{ m}$ des fentes. On observe une alternance de franges brillantes et sombres régulièrement espacées, comme sur le document.



1. Donne la condition sur la différence de marche δ pour obtenir une frange brillante, puis une frange sombre.
2. Rappelle l'expression de l'interfrange i en fonction de λ , D et b , puis calcule i en millimètre.
3. Calcule la distance entre la frange centrale et la quatrième frange brillante située d'un même côté.
4. On remplace le laser par un laser rouge de longueur d'onde 650 nm , sans rien changer d'autre. Calcule la nouvelle valeur de i et indique comment évolue la figure.
5. Quelle distance sépare la première et la onzième frange brillante avec le laser initial ?

Exercice 4 : Interférences sonores (4 points)

Deux haut-parleurs identiques, alimentés par le même générateur, émettent en phase un son pur de fréquence $f = 1,70 \text{ kHz}$. Un microphone est placé successivement en

deux points M et N. Les distances aux haut-parleurs H_1 et H_2 sont : en M, $d_1 = 3,00$ m et $d_2 = 3,50$ m ; en N, $d_1 = 2,00$ m et $d_2 = 2,40$ m.

1. Calcule la longueur d'onde λ du son.
2. Calcule la différence de marche en M et indique si les interférences y sont constructives ou destructives.
3. Même question en N.

Exercice 5 : Entendre sans voir (3 points)

Une porte entrouverte forme une ouverture de largeur $a = 0,90$ m. Une personne parle derrière la porte avec un son de fréquence $f = 500$ Hz. On rappelle que la lumière visible a une longueur d'onde voisine de 550 nm.

1. Calcule la longueur d'onde du son.
2. Calcule l'écart angulaire θ du son diffracté par la porte, en radian puis en degré.
3. Calcule l'écart angulaire pour la lumière visible traversant la même ouverture.
4. En déduire pourquoi on peut entendre une personne qui se trouve derrière la porte entrouverte sans la voir.