


Feuille d'exercices

28 L'intensité sonore mesurée au décollage d'un avion est $I = 2,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- Calculer le niveau d'intensité sonore L .

30  L'atténuation par absorption d'une porte anti-bruit vaut $A = 23 \text{ dB}$. Le niveau d'intensité sonore d'un klaxon de voiture vaut $L = 97 \text{ dB}$ dans la rue.

- Calculer le niveau d'intensité sonore L' dans la maison.



31 L'intensité sonore sur le bord d'une route vaut $I = 7,3 \times 10^{-2} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. À 300 m de la route, il ne vaut plus que $I' = 2,5 \times 10^{-3} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$.

- Calculer l'atténuation géométrique A .

33 Une figure de diffraction est obtenue en mettant, sur le chemin de la lumière d'un laser vert de longueur d'onde $\lambda = 532 \text{ nm}$, une fine fente verticale de largeur $a = 40 \mu\text{m}$.

- Représenter la situation sur un schéma en faisant apparaître le demi-angle de diffraction θ .
- Calculer la valeur de θ .

34 Un fil de diamètre a inconnu est éclairé par un laser de longueur $\lambda = 473 \text{ nm}$. La figure de diffraction, observée sur un écran situé à $D = 3,0 \text{ m}$ du fil, a les mêmes caractéristiques que celle obtenue avec une fente de largeur a . La tache centrale de diffraction a pour largeur $d = 3,8 \text{ cm}$.

- Calculer le diamètre du fil.

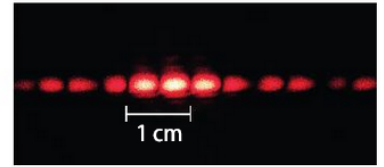
35 L'interfrange de la figure d'interférences donnée par deux trous d'Young distants de b , sur un écran situé à $D = 3,0 \text{ m}$, avec un laser de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$, vaut $i = 7,6 \text{ mm}$.

- Calculer la distance b entre les deux trous d'Young.

38 Le klaxon d'une voiture se déplaçant à la vitesse v émet un son de fréquence $f_E = 300 \text{ Hz}$. Un observateur immobile perçoit un son de fréquence $f_R = 315 \text{ Hz}$.

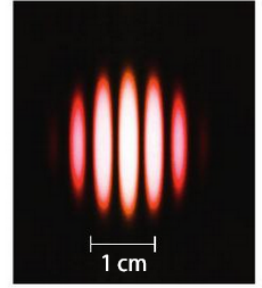
- Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son émis ? Quel est l'effet mis en évidence ?
- La voiture s'approche-t-elle ou s'éloigne-t-elle de l'observateur ?
- Calculer le décalage Doppler δf .

37 On donne ci-contre des figures d'interférences observées sur un écran, réalisées avec le même laser et un écran situé à la même distance du dispositif.



L'une d'elles est réalisée avec des trous d'Young, l'autre avec des fentes d'Young.

- Identifier le dispositif utilisé dans chaque cas.
- Déterminer dans chaque cas la valeur de l'interfrange.
- Dans quel dispositif les deux ouvertures (trous ou fentes) sont-elles les plus proches ?



39 Les notations et les données sont celles de l'exercice précédent. La relation entre les différentes grandeurs

s'écrit :

$$f_R = \frac{f_E}{1 - \frac{v}{c_{\text{son}}}}$$

- Calculer la vitesse v de la voiture.

40 Une étoile lointaine fait apparaître dans son spectre un décalage vers le rouge d'une raie de l'atome d'hydrogène : on mesure $f_R = 4,37 \times 10^{14} \text{ Hz}$ pour une fréquence émise $f_E = 4,57 \times 10^{14} \text{ Hz}$. Le décalage Doppler vaut $\delta f = f_E \frac{v}{c}$ avec $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- Calculer la vitesse v de l'étoile par rapport à la Terre.

45 Fil de pêche

Effectuer un calcul • Utiliser un modèle

Pour vérifier l'épaisseur a d'un fil de pêche en nylon, William place plusieurs fils calibrés à quelques centimètres d'une diode laser de longueur d'onde $\lambda = 650 \text{ nm}$ et mesure l'angle caractéristique θ de diffraction. Il obtient le tableau suivant.

a (en mm)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
θ ($\times 10^{-3} \text{ rad}$)	6,6	3,3	2,1	1,6	1,3

Pour le fil de pêche, il mesure $\theta_{\text{fil}} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ rad}$.

- Représenter la courbe $\theta = f\left(\frac{1}{a}\right)$.
- Interpréter l'allure de la courbe obtenue.
- Déterminer, en expliquant la méthode utilisée, l'épaisseur du fil de pêche.
- Le fabricant annonce une épaisseur $a_0 = 0,25 \text{ mm}$. Calculer l'écart relatif de la mesure et commenter.

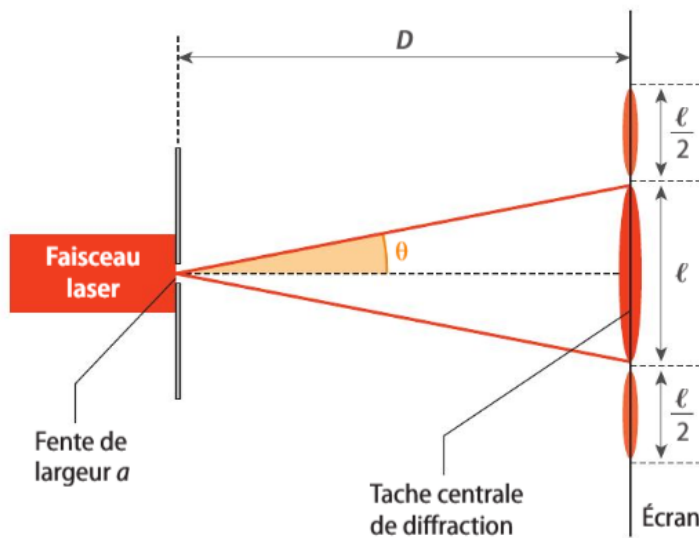
► Fiche 6 p. 602

49 Diffraction et incertitudes

Utiliser un modèle • Effectuer un calcul

Un faisceau laser rouge de longueur d'onde $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ traverse une fente de largeur a et forme, sur un écran situé à une distance $D = (5,00 \pm 0,02) \text{ m}$ de la fente, une figure de diffraction.

Le dispositif est décrit ci-dessous.



- Comment appelle-t-on l'angle θ ?
- Donner la relation entre θ , λ et a en précisant les unités de chaque terme.
- Établir la relation entre la largeur l de la tache centrale de diffraction, θ et D , en admettant que θ est un « petit » angle (inférieur à $0,10 \text{ rad}$) et que $\tan \theta \approx \theta$.
- Exprimer alors a en fonction de l , λ et D .
- On remplace la fente par un fil en acier de diamètre d inconnu. La figure de diffraction est analogue à celle donnée par une fente de largeur d .

On observe une tache centrale de diffraction dont la mesure de la largeur est $l = 5,4 \text{ cm}$. L'incertitude sur la mesure vaut $u(l) = 1 \text{ mm}$. L'incertitude sur d est :

$$u(d) = d \sqrt{\left(\frac{u(l)}{l}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

Exprimer le diamètre d du fil sous la forme $d = \bar{d} \pm u(d)$.

📄 Fiche 6 p. 602

56 Radar « à l'oreille »

Effectuer un calcul • Utiliser un simulateur

Il est possible d'évaluer la vitesse d'approche d'un véhicule à l'oreille. Le moteur émet un son de fréquence $f_E = 392 \text{ Hz}$ (un *fa* #). Un observateur, doté d'une oreille absolue et excellent calculateur, entend un *la* de fréquence $f_{r,ap} = 440 \text{ Hz}$ lorsque le véhicule s'approche.

La relation entre les deux fréquences dépend de la vitesse v du véhicule et de la célérité du son dans l'air

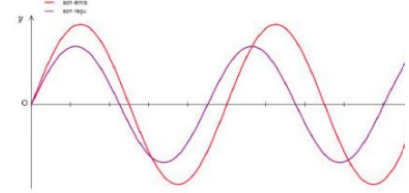
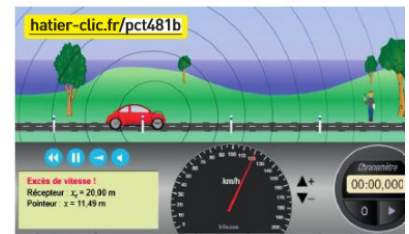
$$c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} : f_{r,ap} = f_E \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

- Le véhicule se déplace sur l'autoroute, où la vitesse est limitée à $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Calculer la valeur de v . Le véhicule est-il en infraction ?

- Le simulateur Doppler disponible à l'adresse hatier-clic.fr/pct481b permet de déterminer la valeur de la fréquence à partir de celles de f_E et de v . Vérifier le résultat de la question a.

- Grâce au simulateur, déterminer la fréquence $f_{r,ét}$ perçue par l'observateur lorsque le véhicule s'éloigne. Quel est le nom de la note ?

On pourra faire une recherche documentaire.



59 Interférences sonores : étude théorique

Schématiser une situation • Effectuer un calcul

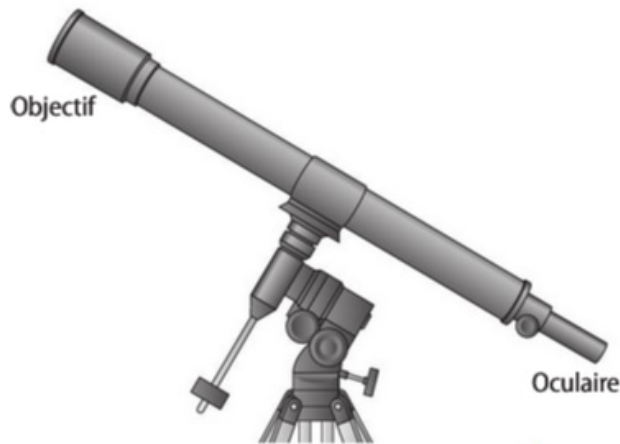
Deux haut-parleurs H_1 et H_2 sont placés face à face, à une distance $d = 120 \text{ cm}$ l'un de l'autre. Ils émettent le même son, de fréquence $f = 1\,600 \text{ Hz}$. Dans les conditions de l'expérience, $c_{\text{son}} = 336 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

- Déterminer la longueur d'onde λ du son émis.
- Un microphone M est placé en un point du segment reliant les haut-parleurs, à la distance x de H_1 . Exprimer les distances H_1M et H_2M et la différence de marche $\delta = H_2M - H_1M$ en fonction de x et de d .
- À quelle condition le son capté par le microphone a-t-il une amplitude minimale (interférences destructives) ? maximale (interférences constructives) ?
- On prend $x = 39 \text{ cm}$. L'amplitude du son reçu est-elle maximale, minimale ou quelconque ?
Mêmes questions pour $x = 86,25 \text{ cm}$, pour $x = 63,5 \text{ cm}$ et pour $x = 107 \text{ cm}$.

64 Lunette astronomique

Utiliser un modèle • Effectuer un calcul

Une lunette astronomique est utilisée pour observer le ciel. Elle est constituée de deux lentilles situées aux extrémités d'un tube fermé : l'objectif, de grande distance focale, et l'oculaire.



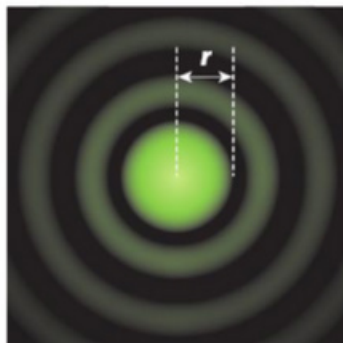
➔ Chapitre 17

Une étoile, objet ponctuel à l'infini, devrait donner, à travers la lunette, un point image. Mais le caractère ondulatoire de la lumière a pour conséquence qu'on observe non pas un point mais une « tache d'Airy » en forme de disque, entourée de cercles plus pâles. Ceci gêne l'observation de l'étoile.

Le rayon de la tache d'Airy (disque central) vaut :

$$r = 1,22 \frac{\lambda f}{D}$$

où D est le diamètre de l'objectif, f sa distance focale et λ la longueur d'onde de la radiation observée.



On travaille avec une longueur d'onde moyenne dans le vert $\lambda = 550 \text{ nm}$.

- La tache d'Airy est un exemple d'un phénomène ondulatoire. Lequel ?
- La plus grande lunette encore en fonctionnement est celle de l'observatoire de Yerkes, dans le Wisconsin (États-Unis). Elle a un diamètre $D = 1,02 \text{ m}$ et possède une distance focale $f = 19,4 \text{ m}$. Calculer le rayon r de la tache d'Airy formée.
- Pour doubler le grossissement de la lunette, il faut doubler la distance focale. Quel sera le nouveau rayon de la tache d'Airy ? Sans modifier le grossissement, quelle modification faut-il apporter à la lunette pour avoir une tache d'Airy identique à celle obtenue à la question **b** ? Est-ce facilement réalisable ?
- Les deux étoiles les plus remarquables de la constellation d'Orion sont Bételgeuse, supergéante rouge, et Rigel, supergéante bleue. Laquelle des deux a la tache d'Airy la plus petite ?
- Lors de l'observation d'une étoile blanche, décrire les couleurs observées au centre et à la périphérie de la tache d'Airy.