

# 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  $\theta$ .
- Calculer la valeur de  $\theta$ .

**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.

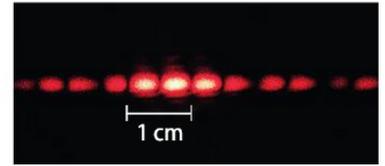
**35** L'interfrange de la figure d'interférences donnée par deux trous d'Young distants de  $b$ , sur un écran situé à  $D = 3,0 \text{ m}$ , avec un laser de longueur d'onde  $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ , vaut  $i = 7,6 \text{ mm}$ .

- 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  $f_R = 315 \text{ Hz}$ .

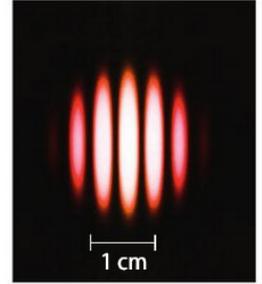
- Le son perçu est-il plus grave ou plus aigu que le son émis ? Quel est l'effet mis en évidence ?
- La voiture s'approche-t-elle ou s'éloigne-t-elle de l'observateur ?
- Calculer le décalage Doppler  $\delta f$ .

**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  $\theta$  de diffraction. Il obtient le tableau suivant.

$a$ (en mm)	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50
$\theta$ ( $\times 10^{-3} \text{ rad}$ )	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.

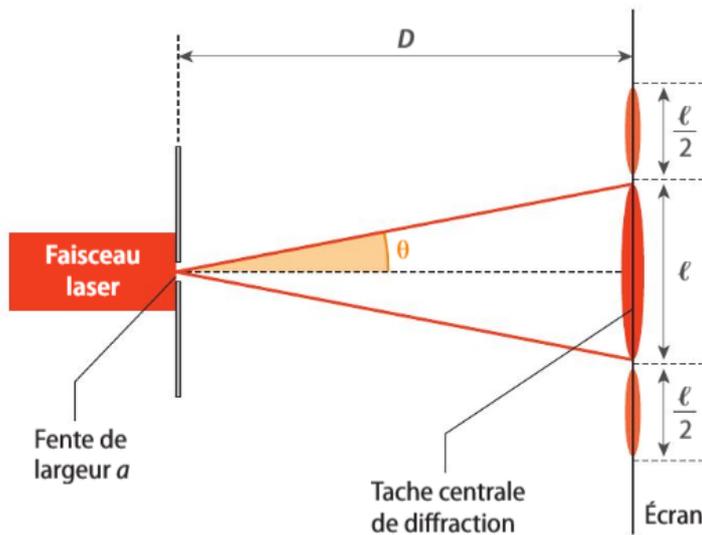
► Fiche 6 p. 602

## 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  $\theta$  ?
- Donner la relation entre  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $a$  en précisant les unités de chaque terme.
- Établir la relation entre la largeur  $\ell$  de la tache centrale de diffraction,  $\theta$  et  $D$ , en admettant que  $\theta$  est un « petit » angle (inférieur à  $0,10 \text{ rad}$ ) et que  $\tan \theta \approx \theta$ .
- Exprimer alors  $a$  en fonction de  $\ell$ ,  $\lambda$  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  $\ell = 5,4 \text{ cm}$ . L'incertitude sur la mesure vaut  $u(\ell) = 1 \text{ mm}$ . L'incertitude sur  $d$  est :

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

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

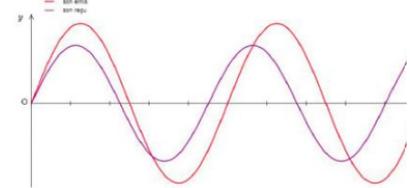
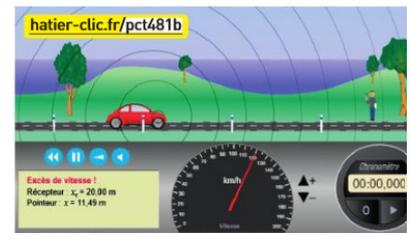
$$c = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} : f_{r,ap} = f_E \left(1 + \frac{v}{c}\right)$$

- 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](http://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

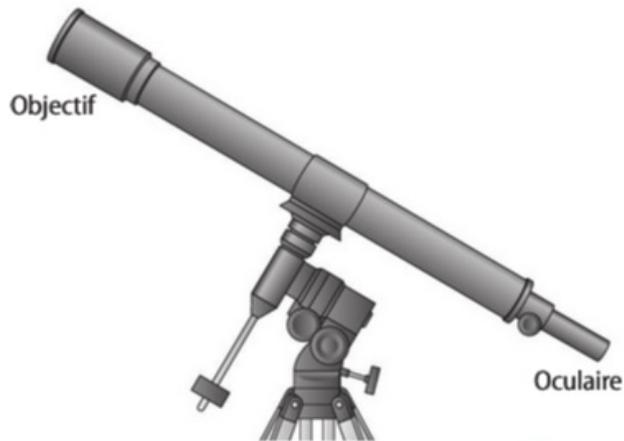
Deux haut-parleurs  $H_1$  et  $H_2$  sont placés face à face, à une distance  $d = 120 \text{ cm}$  l'un de l'autre. Ils émettent le même son, de fréquence  $f = 1\,600 \text{ Hz}$ . Dans les conditions de l'expérience,  $c_{\text{son}} = 336 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

- Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  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.



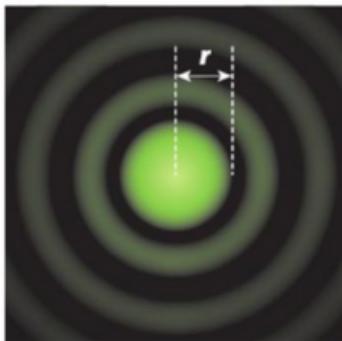
➔ Chapitre 17

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  $\lambda$  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.