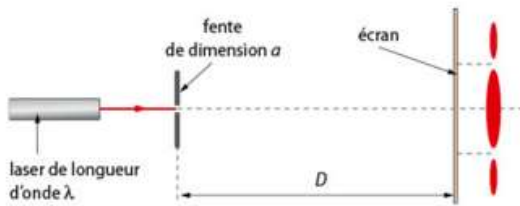




## FICHE EXERCICES COURS 14

### « Propriétés des ondes »

#### 12 Expérience de la diffraction d'ondes lumineuses



- Reproduire le schéma ci-dessus et indiquer la position des premières extinctions, la largeur  $L$  de la tache centrale de diffraction et l'angle caractéristique de diffraction  $\theta$ .
- Rappeler l'expression de l'angle caractéristique de diffraction, en précisant la signification et l'unité des grandeurs.
  - En se plaçant dans l'approximation des petits angles, où  $\tan \theta \approx \theta$ , établir la relation liant  $\theta$ ,  $a$ ,  $\lambda$ ,  $L$  et  $D$ .

#### 16 Interférences sonores

Deux haut-parleurs sont alimentés par un même générateur qui émet une onde sonore de longueur d'onde 2,0 m.

- Un point situé à 1 m du premier haut-parleur et à 4 m du deuxième correspond-il à un maximum ou un minimum d'amplitude ?
  - Comment qualifier les interférences en ce point ?
- Même question pour un point situé à 6 m de l'un et 14 m de l'autre.

#### 19 Effet Doppler en astrophysique

Le spectre d'absorption ci-dessous présente les positions des raies d'absorption d'un élément chimique sur le spectre du Soleil et sur celui de deux étoiles A et B. Selon l'effet Doppler, plus une étoile s'éloigne de la Terre et plus son spectre d'absorption se décale vers les grandes longueurs d'ondes.

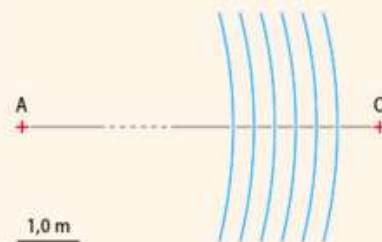


- Quelle étoile s'éloigne de la Terre ? se rapproche ?
- Quelle étoile a la vitesse la plus élevée dans la direction d'observation ?

#### 24 Vitesse d'un hélicoptère

On s'intéresse à un son émis par un hélicoptère et perçu par un observateur immobile. La valeur de la fréquence de l'onde sonore émise par l'hélicoptère est  $f_0 = 8,10 \times 10^2$  Hz. Les portions de cercles de la figure ci-contre donnent les maxima d'amplitude de l'onde sonore à un instant donné. Le point A schématise l'hélicoptère. L'hélicoptère se déplace à vitesse constante le long de l'axe et vers l'observateur placé au point O. La célérité du son vaut  $c_{\text{son}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

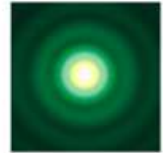
- Déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  perçue par l'observateur lorsque l'hélicoptère est en mouvement rectiligne uniforme. En déduire la fréquence perçue par l'observateur.
- Estimer la valeur de la vitesse de l'hélicoptère en utilisant l'expression du décalage Doppler.



#### 13 Diffraction par un trou éclairé par un laser vert

Un trou d'ouverture  $a = 200 \mu\text{m}$  est éclairé par le faisceau d'un laser vert de longueur d'onde  $\lambda$  (comme sur le montage de l'exercice 12, avec la distance  $D = 1,7 \text{ m}$ ).

- Qu'observerait-on sur l'écran si la lumière se propageait rectilignement ?
- En fait, on observe une figure de diffraction comme celle-ci (à taille réelle).
  - En se plaçant dans l'approximation des petits angles, où  $\tan \theta \approx \theta$ , établir la relation liant  $\theta$ ,  $a$ ,  $\lambda$ ,  $L$  et  $D$ .
  - En mesurant directement sur la photo le diamètre de la tache centrale, déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  du laser vert.



#### 18 Différence de chemin optique



Un laser rouge, de longueur d'onde  $\lambda = 633 \text{ nm}$ , éclaire deux petits trous espacés d'un écartement  $e$ . On se place au point M.

- Définir la différence de chemin optique  $\delta$ . Reproduire le schéma et la représenter dessus.
  - Le point O, au centre de l'écran, est-il sur une frange sombre ou brillante ?
- On établit que la différence de chemin optique s'écrit :  $\delta = \frac{e \cdot x}{D}$ ,  $x$  étant l'abscisse du point M. Rappeler à quelle condition on observe le premier maximum d'amplitude, autre que pour  $x = 0$ .
- Ce premier maximum d'amplitude définit la valeur de l'interfrange  $i$ , on a alors :  $x = i$ . Exprimer littéralement l'interfrange  $i$  en fonction de  $\lambda$ ,  $e$  et  $D$ .
- En déduire l'écartement  $e$  entre les deux trous pour un interfrange de 3,4 mm mesuré sur l'écran.

**Données :**

- intensité sonore de référence :  $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$  ;
- modèle de l'atténuation géométrique pour une source ponctuelle :  
l'intensité sonore  $I$  ( $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ ) en à une distance  $x$  de la source est reliée à la puissance sonore  $P$  de cette source par la relation :
$$I = \frac{P}{4\pi x^2} ;$$
- si l'écart de niveau d'intensité sonore entre deux sons est supérieur à 6 dB, le son le plus faible n'est pas entendu par l'oreille humaine ;
- la célérité  $c$  des ondes sonores dans l'air est prise égale à 340 m/s.

**Première partie**

Un musicien s'entraîne sur sa guitare électrique. Il se trouve à une distance  $d_1 = 1,0 \text{ m}$  du haut-parleur, considéré comme une source de puissance constante émettant de façon équivalente dans toutes les directions. Soucieux de protéger son audition, il utilise un sonomètre et mesure un niveau d'intensité sonore  $L_1 = 85 \text{ dB}$ . Il aimerait réduire son exposition au bruit.

1. Citer les deux options qui s'offrent à lui. Justifier en utilisant le vocabulaire associé à l'atténuation d'une onde.

Il décide de se reculer du haut-parleur.

2. Calculer l'intensité sonore  $I_1$  associée au niveau d'intensité sonore  $L_1$ .
3. Déterminer à quelle distance du haut-parleur il doit se placer afin d'être exposé à un niveau d'intensité sonore  $L_2 = 75 \text{ dB}$ .

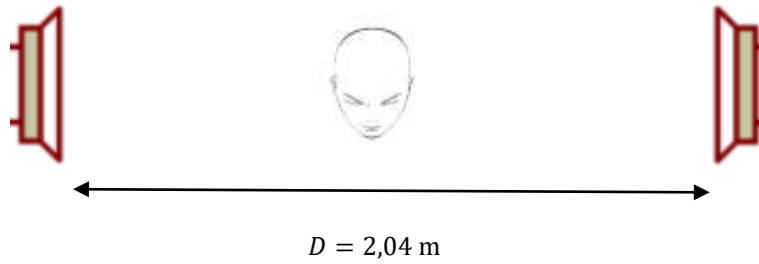
**Deuxième partie**

Le musicien fait l'acquisition d'un casque antibruit actif. Le casque détecte les ondes sonores entrant dans le casque et émet une autre onde sonore en même temps. Dans certaines conditions, le porteur entend un son atténué.

Une simulation de l'enregistrement du son au niveau de l'oreille du musicien est proposée en **ANNEXE à rendre avec la copie**.

4. Justifier que le son est audible par l'homme.
5. Sur le document-réponse 3 en **ANNEXE à rendre avec la copie**, tracer la représentation du signal que devrait émettre le casque pour que le porteur n'entende pas de son. Nommer précisément le phénomène mis en jeu entre les deux ondes sonores.

Cette « annulation » du son rappelle une expérience à notre guitariste : en se plaçant entre deux haut-parleurs, le son entendu peut-être très fortement atténué pour certaines positions de l'auditeur. Les haut-parleurs étant branchés à la même source, ils émettent en



phase. La situation est modélisée par le schéma ci-dessous :

Le musicien se place initialement à égale distance des haut-parleurs. La taille de sa tête n'est pas prise en compte et la fréquence des deux signaux émis est de 1 000 Hz.

6. Justifier que le son qu'il entend à cet endroit a une intensité maximale.
7. Déterminer de quelle distance minimale doit se déplacer le musicien pour que le son entendu ait une intensité minimale.

*Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti.*

## ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

### Document-réponse 3 : EXERCICE C, question 5.

Simulation de l'enregistrement d'un son (tension électrique aux bornes du microphone)

