TS3 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°2 - Durée : 2h
Proposition de correction

EXERCICE I : INTERFÉRENCES

1. Étude des interférences obtenues avec une source monochromatique

1.1. Les ondes lumineuses issues des deux fentes sont cohérentes, c'est-à-dire qu'elles présentent un déphasage constant, étant donné que les sources F_1 et F_2 sont dérivées de la même source F.

1.2. Le point M sera sur une frange brillante si la différence de marche δ est un multiple entier de la longueur d'onde, soit $\delta = k \cdot \lambda$. Il se trouvera sur une frange sombre si la différence de marche au point M est un multiple demi-entier de la longueur d'onde, soit $\delta = (2k+1)\dfrac{\lambda}{2}$.

1.3. ➠Le point M tel que $d_2 - d_1 = 0$ µm présente une différence de marche nulle. Il est donc situé au centre d'une frange brillante située au centre de l'écran.

➠ $\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda} = \dfrac{3,20}{0,64} = 5,0$ donc le point M tel que $d_2 - d_1 = 3,20$ µm présente une différence de marche égale à cinq fois la longueur d'onde : il est donc situé au centre de la 5e frange brillante.

➠ $\dfrac{d_2 - d_1}{\lambda} = \dfrac{2,24}{0,64} = 3,5$ donc le point M tel que $d_2 - d_1 = 2,24$ µm présente une différence de marche égale à un nombre entier de demi longueur d'onde : il est donc situé sur la quatrième frange sombre.

2. Étude des interférences obtenues avec une source non monochromatique

2.1. On mesure la distance correspondant à 6 interfranges plutôt que celle mesurant une seule interfrange car la mesure de l'interfrange sera alors bien plus précise (l'incertitude sur la mesure de i est divisée par 6 dans ce cas).

2.2. Tableau des résultats obtenus

λ (µm)	0,47	0,52	0,58	0,61	0,65
Couleur	bleu (cyan)	vert	jaune	orange	rouge
$6i$ (mm)	14,1	15,6	17,4	18,3	19,5
i (mm)	2,35	2,60	2,90	3,05	3,25

2.3. On utilise le mode statistique de la calculatrice entre entrant dans une première liste la longueur d'onde λ et dans une seconde liste l'interfrange i. En réalisant une régression linéaire, la calculatrice montre que le nuage de points peut être bien modélisé par une droite passant par l'origine et dont l'équation est : $i = A \cdot \lambda$ où A est une constante adimensionnée telle que : $A = 5000$.

2.4. La relation $i = \dfrac{\lambda \cdot D}{a}$ est en accord avec la réponse précédente car cette relation indique une proportionnalité entre l'interfrange i et la longueur d'onde λ, proportionnalité traduite par le fait que la fonction $i = f(\lambda)$ soit une fonction linéaire. Le cœfficient de proportionnalité est donc tel que $A = \dfrac{D}{a}$.

2.5. Pour obtenir des mesures avec une plus grande précision, il serait possible d'augmenter l'interfrange i en choisissant des fentes plus rapprochées (distance a plus petite) et une distance D entre les fentes d'Young et l'écran plus grande.

2.6. D'après ce qui précède, la valeur de l'interfrange obtenue avec une radiation de longueur d'onde $0,50$ µm serait telle que : $i = A \cdot \lambda = 5000 \cdot 0,50 \cdot 10^{-6} = 2,5 \cdot 10^{-3}$ m $= 2,5$ mm.

2.7. Pour déterminer la longueur d'onde d'une source inconnue, il suffit de remplacer la source F par la source inconnue, de mesurer six interfranges, d'en déduire l'interfrange i et de calculer la longueur d'onde par la relation : $\lambda = \dfrac{i}{A}$ où $A = 5000$.

EXERCICE II : ATTENTION À VOS OREILLES

1. Le son émis par une flûte à bec

1.1. Sur la figure 7, on mesure $10,0$ cm pour 9 périodes et l'échelle du document est telle que 10 ms sont représentées par $9,8$ cm (dans la copie, laisser une trace des mesures sur le document).

$$\text{Ainsi, on a : } 9 \cdot T = \frac{10 \cdot 10^{-3} \times 10,0}{9,8} \text{ d'où } f = \frac{1}{T} = \frac{9 \times 9,8}{10 \cdot 10^{-3} \times 10,0} = 8,8 \cdot 10^2 \text{ Hz} = \boxed{880 \text{ Hz}}$$

1.2. La fréquence du fondamental f_1 est égale à la fréquence du son, la fréquence de l'harmonique de rang 2 est le double de celle du fondamental et la fréquence de l'harmonique de rang 3 le triple de celle du fondamental d'où :

$$f_1 = \boxed{880 \text{ Hz}}$$
$$f_2 = 2 \cdot f_1 = \boxed{1760 \text{ Hz}}$$
$$f_3 = 3 \cdot f_1 = \boxed{2640 \text{ Hz}}$$

2. Comparaison de la qualité acoustique d'un bouchon en mousse et d'un bouchon moulé en silicone à partir d'un document publicitaire

2.1. Seul le bouchon moulé respecte le critère d'une atténuation inférieure à 25 dB car la courbe en pointillés correspondante sur trouve en-dessous de la droite d'équation $y = 25$ dB alors que la courbe correspondant au bouchon en mousse est au-dessus de cette droite quelle que soit la fréquence.

2.2. Sur la courbe pleine correspondant au bouchon en mousse, on constate que l'atténuation est plus importante pour des sons de fréquence supérieure à 2 kHz, c'est-à-dire pour des sons aigus. Les bouchons en mousse atténuent donc davantage les sons aigus et restitueront mieux les sons graves, ce qui explique la phrase citée.

3. Comparaison de la qualité acoustique d'un bouchon en mousse et d'un bouchon moulé en silicone à partir d'une expérience

3.1. Pour chaque figure, on constate que le fondamental (premier bâton) se situe toujours à la même fréquence. Ainsi, un son ayant la même fréquence que son fondamental, on en déduit que les trois sons ont la même fréquence donc la même hauteur. En d'autres termes, le port de bouchons, qu'ils soient en mousse ou en silicone, ne modifie pas la hauteur du son.

En revanche, on constate sur le document 9 des amplitudes relatives respectives de 100%, 30% et 10% pour le fondamental et les harmoniques de rang 2 et 3. Or sur la figure 10, ces amplitudes relatives sont respectivement 100%, 4% et environ 0%. Ainsi, le port de bouchons en mousse modifie la composition en harmoniques du son donc le timbre du son.

Sur la figure 11, on mesure des amplitudes relatives respectives de 100%, 30% et 10%, soit la même composition en harmoniques que le son émis par la flûte. Ainsi, le port de bouchons en silicone ne modifie pas la composition en harmoniques du son et restituent donc fidèlement le timbre du son.

3.2. Les bouchons moulés conservent la qualité du son car ils restituent un son de même fréquence et de même timbre que le son émis.

4. Protection des oreilles d'un batteur

4.1. Niveau sonore moyen auquel un batteur est soumis :

$$L = 10 \cdot log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot log\left(\frac{1,0 \cdot 10^{-2}}{1,0 \cdot 10^{-12}}\right) = 10 \cdot log\left(1,0 \cdot 10^{10}\right) = 10 \times 10 = \boxed{100 \text{ dB}}$$

4.2. D'après la figure 8, l'atténuation minimale pour les bouchons moulés en silicone est de 20 dB. En portant des bouchons moulés en silicone, le batteur sera donc exposé à un niveau sonore maximal de $100 - 20 = 80$ dB, niveau sonore qui est inférieur au seuil de nocivité qui est de 85 dB. Les facultés auditives du batteur ne seront donc pas altérées durant le concert si celui-ci porte des bouchons moulés en silicone.