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

EXERCICE I : LUMIÈRE TAMISÉE... (8 points)

1. Lumière LASER

1.1. L'apparition d'une figure de diffraction met en évidence le caractère ondulatoire de la lumière.

1.2. Le phénomène de diffraction est observable lorsque la lumière rencontre un obstacle dont la dimension est de l'ordre de grandeur de sa longueur d'onde ou plus petite.

1.3. Une onde lumineuse est caractérisée par une périodicité spatiale. La grandeur associée est la longueur d'onde, notée λ et exprimée en mètres de symbole m. Une telle onde présente également une périodicité temporelle. La grandeur associée est la période, notée T et exprimée en secondes de symbole s.

1.4. Relation attendue : $\lambda_0 = c \cdot T_0$. On en déduit que $T_0 = \dfrac{\lambda_0}{c}$ et donc que

$$f_0 = \frac{1}{T_0} = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{532 \cdot 10^{-9}} = 5,64 \cdot 10^{14} \text{ Hz}.$$

2. Dimension des mailles du tamis

2.1. Sur le schéma de l'énoncé, on peut écrire, dans le triangle rectangle en O : $\tan\theta = \dfrac{L/2}{D} = \dfrac{L}{2 \cdot D}$ où L est la largeur de la tache centrale de diffraction comme cela a été défini dans la deuxième partie. Puisque l'on se place dans l'approximation des petits angles, on a donc :
$\theta \simeq \tan\theta = \dfrac{L}{2 \cdot D}$ d'où l'expression demandée : $\theta = \dfrac{L}{2 \cdot D}$.

2.2. Le tamis présente une maille carrée donc $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ où θ s'exprime en radians (rad), λ en mètres (m) et a en mètres (m).

2.3. D'une part, $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$ et d'autre part, $\theta = \dfrac{L}{2 \cdot D}$. On a donc $\dfrac{\lambda}{a} = \dfrac{L}{2 \cdot D}$ d'où

$$a = \frac{2 \cdot D \cdot \lambda}{L} = \frac{2 \times 2,0 \times 532 \cdot 10^{-9}}{2,66 \cdot 10^{-2}} = 8,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} = 80 \text{ µm}.$$

EXERCICE II : INTERFÉRENCES... (12 points)

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 $A = 5000$.