

TS2 - Physique-Chimie
Devoir en classe n°2 - Durée : 2h
Jeudi 10 octobre 2019

EXERCICE I : INTERFÉRENCES – 8,5 points

1. ÉTUDE DES INTERFÉRENCES OBTENUES AVEC UNE SOURCE MONOCHROMATIQUE

On réalise des interférences lumineuses à l'aide de fentes d'Young. Les fentes F_1 et F_2 sont distantes de $a = 0,20 \text{ mm}$ et les interférences sont observées sur un écran situé à la distance $D = 1,0 \text{ m}$ de ces fentes comme l'indique la figure 1 ci-dessous.

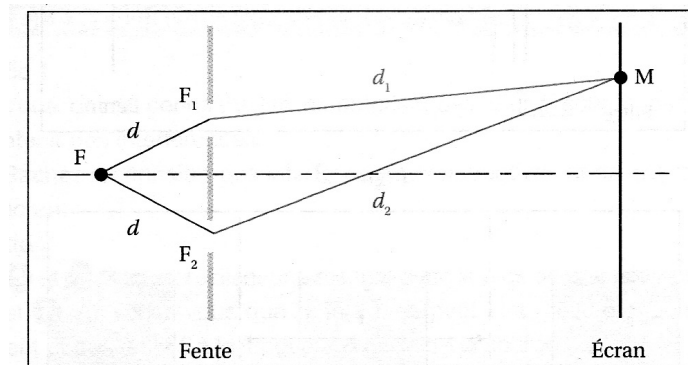


Figure 1

La source lumineuse F est monochromatique de longueur d'onde $\lambda = 0,64 \mu\text{m}$ et se comporte comme une source synchrone et en phase. Elle est située à égale distance de F_1 et F_2 . Soit M un point de la figure d'interférences observée sur l'écran : M est situé à la distance d_1 de F_1 et à la distance d_2 de F_2 .

- 1.1. Les ondes lumineuses issues de F_1 et F_2 sont-elles cohérentes ? Justifier en définissant ce terme.
- 1.2. À quelles conditions le point M sera-t-il sur une frange brillante ? sur une frange sombre ?
- 1.3. Que peut-on dire du point M tel que $d_2 - d_1 = 0 \mu\text{m}$? du point M tel que $d_2 - d_1 = 3,20 \mu\text{m}$? du point M tel que $d_2 - d_1 = 2,24 \mu\text{m}$? Justifier.

2. ÉTUDE DES INTERFÉRENCES OBTENUES AVEC UNE SOURCE NON MONOCHROMATIQUE

La source F n'est plus monochromatique mais des filtres colorés permettent d'obtenir des radiations monochromatiques différentes (voir figure 2). Pour chaque radiation, on mesure la longueur correspondant à six fois l'interfrange i (voir figure 3).

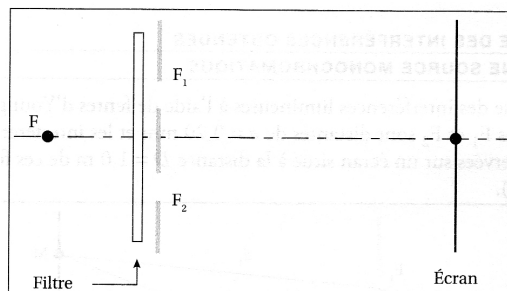


Figure 2

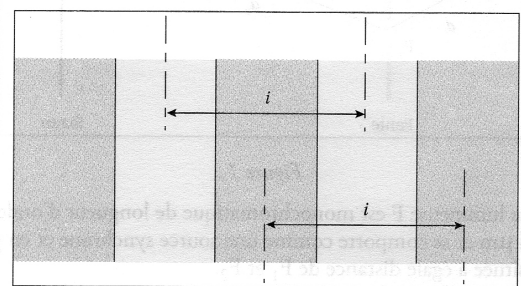


Figure 3

- 2.1.** Pourquoi mesure-t-on la distance correspondant à 6 interfranges plutôt que celle mesurant une seule interfrange ?
- 2.2.** Compléter le tableau suivant présentant les résultats obtenus sachant que chaque filtre a une couleur différente.

λ (μm)	0,47	0,52	0,58	0,61	0,65
Couleur					
$6i$ (mm)	14,1	15,6	17,4	18,3	19,5
i (mm)					

- 2.3.** À l'aide du tableau précédent et d'une méthode de votre choix, prouver que $i = 5000 \times \lambda$.
- 2.4.** La relation $i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$ donnant l'expression de l'interfrange est-elle en accord avec la réponse précédente ? Justifier.
- 2.5.** Comment faudrait-il modifier le dispositif expérimental pour obtenir des mesures avec une plus grande précision ?
- 2.6.** Quelle serait la valeur de l'interfrange obtenue avec une radiation de longueur d'onde $0,50 \mu\text{m}$? Justifier la réponse.
- 2.7.** *On dispose d'une source monochromatique de longueur d'onde inconnue.* Proposer un protocole expérimental permettant de déterminer la longueur d'onde de cette source.

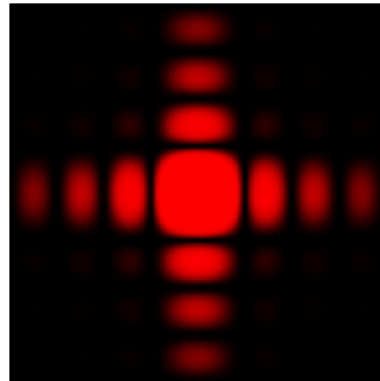
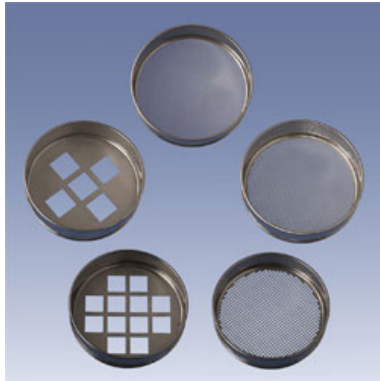
EXERCICE II : LUMIÈRE TAMISÉE (8 points)

La production de certains catalyseurs nécessite de déposer un métal noble (Pd, Pt, Au) sur un support inerte comme de la silice (SiO_2). La silice commerciale se présente sous forme de petits grains blancs de tailles différentes : il est nécessaire de trier ces grains à l'aide de tamis pour fabriquer des catalyseurs tous identiques.

Le but de cet exercice est de vérifier la taille des mailles d'un tamis en effectuant une expérience de diffraction par un faisceau LASER.

1. Lumière LASER

Un faisceau LASER monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 532 \text{ nm}$ et se propageant dans l'air est dirigé vers un tamis de laboratoire (une sorte de grille, voir ci-dessous à gauche) à maille carrée de côté a . On observe sur un écran une figure de diffraction identique à celle représentée ci-dessous à droite. La tache centrale de cette figure de diffraction est un carré de côté $L = 2,66 \text{ cm}$.



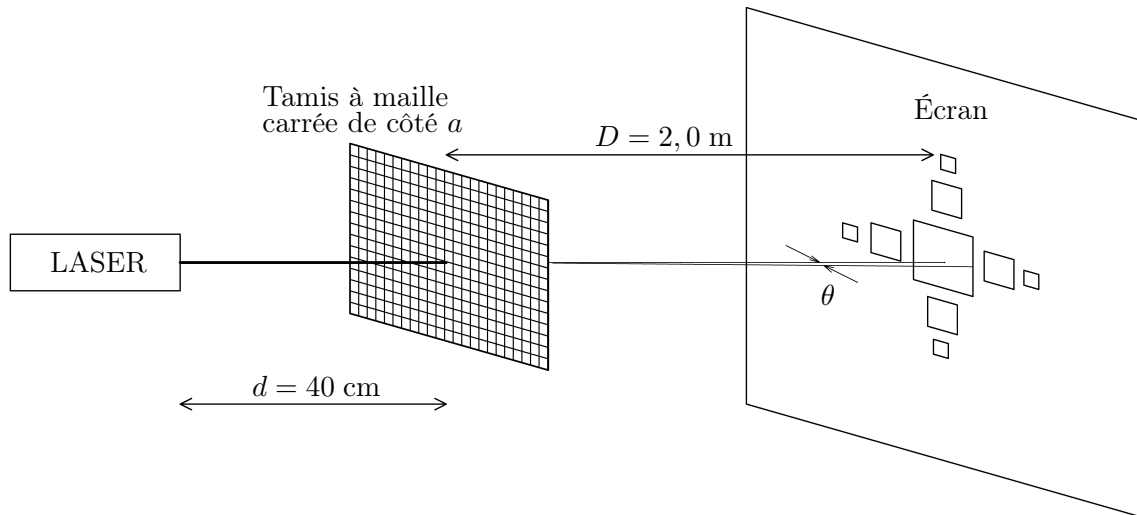
- 1.1. Qu'est-ce que l'apparition d'une figure de diffraction met-elle en évidence concernant la nature de la lumière ?
- 1.2. Dans quelle condition ce phénomène est-il observable ?
- 1.3. Une onde lumineuse est caractérisée par deux périodicités. Nommer ces périodicités, donner leur symbole et préciser leur unité.
- 1.4. Rappeler la relation mathématique qui lie la longueur d'onde dans le vide λ_0 , la célérité c de la lumière dans le vide et la période T_0 . Exprimer la fréquence f_0 correspondante en fonction de c et de λ_0 puis calculer sa valeur.

2. Dimension des mailles du tamis

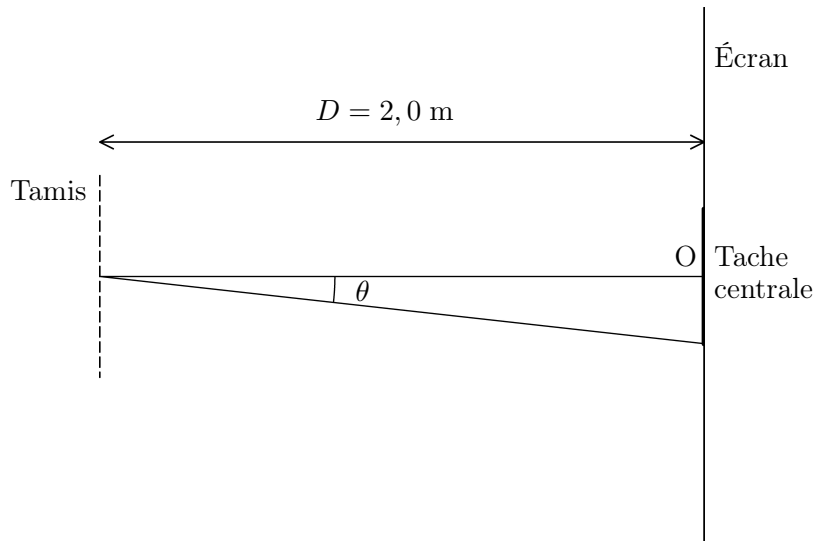
Le LASER est placé à une distance $d = 40 \text{ cm}$ du tamis ; la distance entre le tamis et l'écran vaut $D = 2,0 \text{ m}$. La célérité de la lumière dans le vide vaut : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Un tamis à maille carrée possède des propriétés diffractantes identiques à celles observées lors de la superposition de deux fentes allongées de même largeur et disposées perpendiculairement l'une par rapport à l'autre.

Vue en perspective



Vue du dessus



- 2.1.** En s'aidant du schéma ci-dessus représentant la situation vue par au-dessus, montrer que l'écart angulaire θ noté sur le schéma peut s'exprimer de la façon suivante : $\theta = \frac{L}{2 \cdot D}$.

On se placera dans l'approximation des petits angles dans laquelle on a $\tan \theta \simeq \theta$ lorsque l'angle θ est exprimé en radians.

- 2.2.** Rappeler la relation mathématique qui lie l'écart angulaire θ à la longueur d'onde λ et au côté a de la maille en précisant les unités de chaque grandeur.
- 2.3.** Exprimer enfin la dimension a d'une maille du tamis en fonction de D , L et λ puis calculer sa valeur en utilisant les données expérimentales données ci-dessus.