

Epreuve d'Optique Ondulatoire : durée 1h30mn

Optique et acoustique

- 1°) L'œil et l'oreille sont des détecteurs quadratiques. Que signifie le terme quadratique ?
2°) A supposer que l'on puisse fabriquer deux diapasons émettant des ondes sonores de même fréquence, est-il possible alors de détecter à l'oreille le phénomène d'interférence ? Pourquoi ?
3°) A supposer que l'on puisse fabriquer sources lumineuses émettant des ondes électromagnétiques de même fréquence, est-il possible alors de détecter à l'œil le phénomène d'interférence ? Pourquoi ?

Réseaux de diffraction

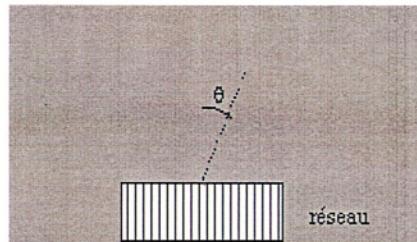
Un laborantin a trouvé dans un placard un réseau-plan dont l'étiquette s'est décollée et a été égarée (cette étiquette indique habituellement le nombre n de traits par mm que comporte le réseau).

1. Pour retrouver la valeur perdue, le laborantin éclaire sous incidence normale le réseau, utilisé en transmission, avec une lumière monochromatique jaune fournie par une lampe à vapeur de sodium de longueur d'onde $\lambda = 589,3$ nm. Le premier maximum de lumière qui émerge du réseau fait un angle de $15,4^\circ$ avec la normale du réseau.
 - a- Représenter l'expérience réalisée avec un schéma légendé.
 - b- Déterminer la valeur numérique qui était indiqué sur l'étiquette perdue ainsi que le pas du réseau.
2. Combien de maximum de lumière émerge-t-il de ce réseau ?
3. En réalité la lumière utilisée ci-dessus n'est pas tout à fait monochromatique ; elle est la superposition de deux radiations de longueur d'onde très voisines : $\lambda_1 = 589,0$ nm et $\lambda_2 = 589,6$ nm. Le pouvoir de résolution intrinsèque du réseau R , définit par $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$ s'exprime par $R = m N$, où m est l'ordre de diffraction et N le nombre de fentes éclairées.
 - a- Calculer quel doit être le pouvoir séparateur minimal (pouvoir de résolution minimal) d'un réseau pour que ce dernier soit capable de séparer les deux radiations qui constituent le doublet D du sodium.
 - b- Le réseau utilisé par le laborantin, de largeur utile 2,5 cm, conviendrait-il, dans l'ordre 2, pour réaliser cette séparation ?
 - c- En réalité le pouvoir de résolution est supérieur au pouvoir de résolution intrinsèque, pourquoi ?

Rappel : L'équation caractéristique du réseau est : $p(\sin\theta - \sin\theta') = m \lambda$ où m est l'ordre de diffraction, θ et θ' sont les angles d'incidence et de diffraction et p est le pas du réseau.

corrigé

ordre : -2 -1 0 1 2



$\sin \theta = k\lambda/a$ avec n : nombre de traits par unité de longueur

$a=1/n$ pas du réseau ; k appartient à \mathbb{Z} , k est appelé l'ordre

λ longueur d'onde (m) de la lumière utilisée.

$$a = k\lambda / \sin \theta = 1 * 589,3 \cdot 10^{-9} / \sin 15,4 = 2,22 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

$$n = 1/a = 4,5 \cdot 10^5 \text{ traits par mètre ou } 450 \text{ traits par mm.}$$

Combien de maximum de lumière émerge-t-il de ce réseau ?

$|\sin \theta|$ inférieur ou égal à 1 donne : $|k|\lambda/a \leq 1$;

la plus grande valeur de $|k|$ sera : $a/\lambda = 2,22 \cdot 10^{-6} / 589,3 \cdot 10^{-9} = 3,76$

k est entier d'où les valeurs possibles : -3 ; -2 ; -1 ; 0 ; 1 ; 2 ; 3 soit 7 maximum de lumière.

Pour un réseau, le pouvoir de résolution théorique $R = K N$ (N nombre de traits du réseau, k ordre du spectre).

$$k=2 ; N=450*25=11250 \text{ soit } kN=22500.$$

$$\text{Or } \lambda/\Delta\lambda = 589 / 0,6 = 982.$$

R est bien supérieur à $\lambda/\Delta\lambda$, donc ce réseau permet la séparation du doublet D.