DEVOIR DE SCIENCES - PHYSIQUES N°2

A. COULEURS INTERFÉRENTIELLES DES COLIBRIS (/8)

1. Des interférences peuvent être observées si deux ondes cohérentes (de même fréquence et présentant un déphasage constant) se superposent.

2. Les interférences seront
- constructives si : $\delta = k.\lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$
- et destructives si : $\delta = (k + ½).\lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$

3. • Pour le rouge (n_R = 1,33) :

$$\delta = 2.n_R.e.\cos(r) + \frac{\lambda_R}{2} = 2\times 1,33\times 0,150.10^{-6}\times\cos(20,0) + \frac{750.10^{-9}}{2} = 7,50.10^{-7}\,m = \underline{750nm}$$

$\delta/\lambda_R = 1,00$ qui est un entier ⇒ les interférences sont constructives pour le rouge.

• Pour le violet (n_V = 1,34) :

$$\delta = 2.n_V.e.\cos(r) + \frac{\lambda_V}{2} = 2\times 1,34\times 0,150.10^{-6}\times\cos(20,0) + \frac{380.10^{-9}}{2} = 5,68.10^{-7}\,m = \underline{568nm}$$

$\delta/\lambda_V \approx 1,50$ qui est un demi-entier ⇒ les interférences sont destructives pour le violet.

Si les interférences sont constructives : $2.n_V.e.\cos(r) + \frac{\lambda_V}{2} = k.\lambda_V$ d'où $2.n_V.e.\cos(r) = \lambda_V.(k - ½)$

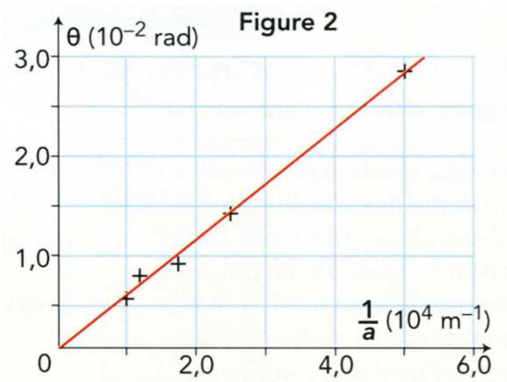
et : $\cos(r) = \frac{\lambda_V.(k-½)}{2.n_V.e}$

Pour k = 1 : $\cos(r) = \frac{\lambda_V \times 0,5}{2.n_V.e} = \frac{380.10^{-9}\times 0,5}{2\times 1,34\times 0,150.10^{-6}} = 0,473 \Rightarrow$ r = 62,8°

Remarque : • pour k ≥ 2, le rapport est supérieur à 1 ⇒ à rejeter car cos(r) ≤ 1 !
• pour k = 0, la différence de marche serait nulle ce qui n'est pas possible car un des rayons lumineux effectue un trajet supplémentaire en traversant la lame d'épaisseur e deux fois ⇒ à rejeter

4. Si l'angle d'incidence varie alors l'angle réfracté r varie (d'après les lois de Descartes) et donc la différence de marche δ aussi. Le critère pour obtenir des interférences constructives ne sera ainsi plus vérifié pour la même valeur de λ donc pour la même couleur. La couleur observée dépend donc bien de l'angle d'incidence de la lumière.
Une couleur interférentielle change lorsque l'on change l'angle d'observation.
Une couleur pigmentaire est toujours identique quel que soit l'angle d'observation.

B. DIFFRACTION PAR UN FIL (/4)



1. $\theta \approx \tan\theta = \frac{\text{côté opposé}}{\text{côté adjacent}} = \frac{L/2}{D} \Rightarrow \theta = \frac{L}{2D}$

2. $\underbrace{\theta}_{rad} = \frac{\overbrace{\lambda}^{m}}{\underbrace{a}_{m}}$

3. La courbe obtenue est une droite passant par l'origine :
il y a proportionnalité entre θ et 1/a.
La relation de la question **2.** traduisait cette proportionnalité :
$\underbrace{\theta}_{"y"} = \frac{\lambda}{a} = \lambda \times \underbrace{\left(\frac{1}{a}\right)}_{"x"}$

Le coefficient directeur théorique de cette courbe est donc égal à λ.

4. Le point expérimental de coordonnées : ($1/a = 5,0.10^4 m^{-1}$, $\theta = 2,8.10^{-2}$rad) appartient à la droite d'où :

$$\lambda = \frac{\theta}{1/a} = \frac{2,8.10^{-2}}{5,0.10^{4}} = 5,6.10^{-7}\,m = \underline{5,6.10^{2}\,nm}$$

C. GUITARE CLASSIQUE OU GUITARE FOLK ? (/8)

1. Ces deux sons sont complexes car les deux signaux enregistrés sont périodiques mais non sinusoïdaux. Il y a plusieurs pics de fréquence sur chaque spectre, conséquence d'un son complexe. Un son pur ne laisserait apparaître qu'un pic unique.
2. À partir des signaux temporels, la mesure donne pour les deux guitares :
   $7T = 3{,}5.10^{-2}$s soit $T = 5{,}0.10^{-3}$s. La fréquence correspondante est : $f = 1 / T = 1 / 5{,}0.10^{-3} = \underline{2{,}0.10^{2}\text{Hz}}$
3. Pour chaque son, la fréquence correspondante sur le spectre est celle du premier pic.
   Elle est appelée fréquence fondamentale.
   Les deux sons possèdent donc la même fréquence. Leur caractéristique physiologique commune est leur hauteur. Ceci est cohérent avec le fait que les deux guitares jouent la même note, définie par sa hauteur.
4. Les deux signaux temporels n'ont pas la même forme. Ils n'ont donc pas le même timbre. Sur chaque spectre en fréquences, le nombre de pics et l'amplitude relative de chaque pic ne sont pas les mêmes pour les deux sons. C'est cette différence qui traduit un timbre différent pour les deux sons.
5. $L = 10.\log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ d'où en isolant le log : $\log\left(\frac{I}{I_0}\right) = \frac{L}{10}$

   puis en utilisant la fonction réciproque : $10^{\log\left(\frac{I}{I_0}\right)} = 10^{\frac{L}{10}}$ soit $\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$ et $\boxed{I = I_0.10^{\frac{L}{10}}}$

   $\Rightarrow$ pour $L_1 = 59$dB, $I_1 = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{5{,}9} = \underline{7{,}9.10^{-7}\ \text{W.m}^{-2}}$

   $\Rightarrow$ pour $L_2 = 52$dB, $I_2 = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{5{,}2} = \underline{1{,}6.10^{-7}\ \text{W.m}^{-2}}$

   Les intensités sonores s'additionnent : $I = I_1 + I_2 = \underline{9{,}5.10^{-7}\text{W.m}^{-2}}$

   Le niveau sonore correspondant serait donc : $L = 10.\log\left(\frac{9{,}5.10^{-7}}{1{,}0.10^{-12}}\right) = \underline{60\text{dB}}$