Étude d'un film de savon
(Bac Spécialité Physique-Chimie - Métropole - juin 2021)

Corrigé réalisé par B. Louchart, professeur de Physique-Chimie

1. Le phénomène d'interférences

1.1. Dans les zones d'interférences constructives, l'intensité lumineuse est maximale, tandis que dans celles où elles sont destructives, l'intensité lumineuse est minimale.

1.2. Il y a interférences constructives en un point si les ondes qui y interfèrent sont en phase.
Il y a interférences destructives en un point si les ondes qui y interfèrent sont en opposition de phase.

1.3. $$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{2ne - \frac{\lambda}{2}}{\lambda} = \frac{2ne}{\lambda} - \frac{1}{2} = \frac{2 \times 1,34 \times 900 \times 10^{-9}}{600 \times 10^{-9}} - \frac{1}{2} = 3,5 \Rightarrow \delta = \left(3 + \frac{1}{2}\right) \times \lambda$$

On en déduit qu'en ce point M, la différence de chemin optique peut se mettre sous la forme :

$\delta = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times \lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$ et λ la longueur d'onde dans le vide de la radiation considérée

Les interférences en M sont donc destructives.

2. Comparaison du phénomène d'interférences suivant la longueur d'onde étudiée

2.1. Il y a interférences constructives si $\delta = k\lambda$, avec $k \in \mathbb{Z}$

$\Rightarrow$ dans la situation considérée, si $2ne - \frac{\lambda}{2} = k\lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$ tel que $e > 0$

$\Rightarrow$ si $2ne = k\lambda + \frac{\lambda}{2}$ avec $k \in \mathbb{Z}$ tel que $e > 0$

$\Rightarrow$ si $2ne = \frac{2k+1}{2} \times \lambda$ avec $k \in \mathbb{Z}$ tel que $e > 0$

$\Rightarrow$ si $e = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n}$ avec $k \in \mathbb{Z}$ tel que $e > 0$

Les seules valeurs de $k \in \mathbb{Z}$ tel que $e > 0$ étant les entiers positifs, la condition sur k peut s'écrire $k \in \mathbb{N}$.

Finalement, il y a interférences constructives si $e_k = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda}{n}$ avec $k \in \mathbb{N}$

2.2. L'épaisseur augmente si k augmente.

Donc l'épaisseur minimale pour laquelle il y a des interférences constructives en lumière bleue correspond au cas où $k = 0$:

$$e_{b,minimale} = \frac{1}{4} \times \frac{\lambda_{bleu}}{n} = \frac{1}{4} \times \frac{458}{1,34} = 85,4 \text{ nm}$$

2.3. Au cours du temps, le liquide qui constitue le film a tendance à descendre, du fait de son poids. La zone sans couleur car de très faible épaisseur a donc tendance à s'étendre vers le bas.

2.4. Au point A, il y a des interférences constructives pour la lumière bleue.
Cela a lieu pour $k = 8$.
On en déduit que :

$$e = \left(\frac{2k+1}{4}\right) \times \frac{\lambda_{bleu}}{n} = \left(\frac{2\times 8+1}{4}\right) \times \frac{458}{1,34} = 1,45\times 10^3 \text{ nm} = 1,45 \text{ µm}$$

Remarque :
Pour cette épaisseur, on vérifie que :

$$\frac{\delta}{\lambda_{rouge}} = \frac{2ne}{\lambda_{rouge}} - \frac{1}{2} = \frac{2\times 1,34\times 1,45\times 10^{-6}}{600\times 10^{-9}} - \frac{1}{2} = 6,0 \Rightarrow \delta = 6,0\times \lambda$$

donc qu'il y a bien également des interférences constructives en A pour la lumière rouge-orangé.