

Correction : Le camouflage optique du papillon

1. Si le retard (ou décalage temporel) entre les ondes est de la forme $\tau = k \times T$, les ondes réfléchies sont en phase et donnent donc des interférences constructives.

Si le retard (ou décalage temporel) entre les ondes est de la forme $\tau = \left(k + \frac{1}{2}\right) \times T$, les ondes réfléchies sont en opposition de phase et donnent donc des interférences destructives.

2.1. Il faut déterminer la longueur d'onde λ , on sait que pour une onde électromagnétique, $\lambda = c.T$. Il faut déterminer l'expression de T .

Les ondes monochromatiques conduisant à des interférences constructives vérifient $\tau = k.T$ d'après

1., et $\tau = \frac{2.n.e}{c} + \frac{T}{2}$, il faut donc évaluer ces 2 expressions.

$$\frac{2.n.e}{c} + \frac{T}{2} = k.T$$

$$\frac{2.n.e}{c} = \left(k - \frac{1}{2}\right).T$$

$$T = \frac{2.n.e}{\left(k - \frac{1}{2}\right).c}$$

$$\lambda = c.T$$

$$\lambda = c \cdot \frac{2.n.e}{\left(k - \frac{1}{2}\right).c}$$

$$\lambda = \frac{2.n.e}{\left(k - \frac{1}{2}\right)}$$

2.2. Déterminons les longueurs d'onde du visible qui respectent la condition précédente :

Pour $k = 0$, $\lambda < 0$, c'est impossible.

$$\text{Pour } k = 1, \Leftrightarrow \lambda = \frac{2 \times 1,5 \times 100 \times 10^{-9}}{\left(1 - \frac{1}{2}\right)} = 6,0 \times 10^{-7} \text{ m} = 6,0 \times 10^2 \text{ nm} \text{ couleur orange}$$

$$\text{Pour } k = 2, \Leftrightarrow \lambda = \frac{2 \times 1,5 \times 100 \times 10^{-9}}{\left(2 - \frac{1}{2}\right)} = 2,0 \times 10^{-7} \text{ m} = 2,0 \times 10^2 \text{ nm (UV)}$$

Inutile de calculer λ pour des valeurs de $k > 2$ car ce n'est plus dans le visible.

Conclusion, c'est la couleur orange qui sera principalement perçue par l'observateur.

3. D'après la relation donnée $\left(\tau = \frac{2.n.e \cdot \cos(\theta)}{c} + \frac{T}{2}\right)$, si l'angle θ varie alors le retard τ varie. Ainsi, la longueur d'onde correspondant aux interférences constructives sera modifiée, donc la couleur perçue également.