

DS 7 - Correction pb 1

1. air : $n_1 \approx 1$ $\Rightarrow n_2 = -0,2$

verre : $n_3 = 1,5$

$R = n^2 \Rightarrow R = 0,04$. 4% de l'énergie est réfléchi

C'est la même chose pour la réflexion air/verre.

2. Pour chaque interface air/verre, $T = 1 - R = 0,95$.

Il y a 8 interfaces (2 par lentille) donc $\frac{I_{\text{capteur}}}{I_{\text{entrée}}} = T^8$ A.N : $T^8 \approx 0,66$.

Donc 66% de l'énergie arrive finalement sur le capteur.

Les traitements antireflet permettent d'augmenter cette proportion.

3. En incidence \approx normale, (2) fait un aller-retour dans le milieu (2) en plus de (1)

Donc $\delta = 2n_2 e_2$

4. $\Delta\varphi = \frac{2\pi\delta}{\lambda_0} = \frac{2\pi \cdot 2n_2 e_2}{\lambda_0}$. Interférences destructives pour $\Delta\varphi = (p+1/2) \cdot 2\pi$ avec p entier.

Donc $\frac{2\pi \cdot 2n_2 e_2}{\lambda_0} = (p+1/2) \cdot 2\pi \Rightarrow e_2 = \frac{(2p+1)\lambda_0}{4n_2}$

5. $r_{12} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$ et $r_{23} = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3}$ $r_{21} (n_2 \rightarrow n_1) = -r_{12} (n_1 \rightarrow n_2)$

6. Avec $n_2 = n_3$, $r_{23} = 0 \Rightarrow I = I_0 \frac{r_{12}^2}{1}$ On retrouve bien $I = R I_0$ avec $R = r_{12}^2 \dots$

7. Les interférences sont "les plus destructives possibles" si $I = 0$.

Donc il faut $r_{12} = r_{23} \Rightarrow \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} = \frac{n_2 - n_3}{n_2 + n_3}$

$\Rightarrow n_1 n_2 + n_1 n_3 - n_2^2 - n_2 n_3 = n_1 n_2 - n_1 n_3 + n_2^2 - n_2 n_3$

$\Rightarrow 2n_1 n_3 = 2n_2^2$

$\Rightarrow n_2 = \sqrt{n_1 n_3}$

8. D'après le doc 1, la sensibilité de l'œil est max pour $\lambda \approx 560 \text{ nm}$, il semble donc logique d'optimiser les traitements anti-reflet pour cette longueur d'onde

9. D'après le doc 2, pour $\lambda \approx 560 \text{ nm}$, $n_3 = 1,52$ On en déduit $n_2 = 1,23$

Et l'épaisseur e_2 minimale est donnée par $e_2 = \frac{\lambda_0}{4n_2}$ (cf question 4). A.N : $e_2 \approx 114 \text{ nm}$

10. L'intensité réfléchie dépend de la longueur d'onde parce que les indices des différents matériaux dépendent de la longueur d'onde.

11. courbe 1 : pas de matériau (intensité réfléchie max)
courbe 5 : matériau X (indice du matériau "idéal" d'après la question 9)
courbe 2 : matériau n_3
courbe 3 : matériau n_2
courbe 4 : matériau n_1

} intensité réfléchie d'autant + grande que l'indice n_2 est éloigné de 1, 2, 3

12. Le fait que les indices dépendent de la longueur d'onde empêche le traitement anti-reflet d'être efficace pour toutes les couleurs, d'où des reflets colorés, essentiellement aux 2 extrémités du spectre (violet et rouge)

13. Le RL (0) est incident; (1) et (2) sont les 2 premiers RL réfléchis. Comme l'intensité de (3) est nettement inférieure à celles de (1) et (2), il suffit de prendre ces 2 derniers en compte.

14. En considérant des petites variations: $\frac{\Delta I}{I_0} = -2 I_0 \sin\left(\frac{4\pi n_2 e_2}{\lambda_0}\right) \cdot \frac{4\pi n_2}{\lambda_0}$

On assimile ΔI à dI et Δe_2 à de_2 :

$$\frac{\Delta I}{I_0} = -2 \cdot \frac{4\pi n_2}{\lambda_0} \sin\left(\frac{4\pi n_2 e_2}{\lambda_0}\right) \Delta e_2$$

$$\text{D'où } |\Delta e_2| = \frac{\lambda_0}{8\pi n_2} \frac{1}{\left|\sin\left(\frac{4\pi n_2 e_2}{\lambda_0}\right)\right|} \frac{\Delta I}{I_0}$$

15. A.N : $\lambda_0 = 560 \text{ nm}$, $n_2 = 1,33$, $e_2 = 100 \text{ nm}$, $\frac{\Delta I}{I_0} = 2 \cdot 10^{-2}$

$$\Rightarrow |\Delta e_2| = 3,21 \text{ nm}$$

C'est environ 3% de e_2 : on peut contrôler l'épaisseur du dépôt à 3% près.