

1.4.1 Michelson en lame d'air-Exercice 2

On dépose, sur une surface plane de verre d'indice $n_0 = 1,5$, une couche mince d'épaisseur e d'un matériau transparent d'indice n . Le système est éclairé sous incidence normale par une lumière d'intensité I_0 et on étudie l'intensité I_r de la lumière réfléchie.

Pour une onde qui se propage dans un milieu d'indice n_1 et qui se réfléchit sur un milieu d'indice n_2 , le

coefficient de réflexion en amplitude est : $r_{12} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$

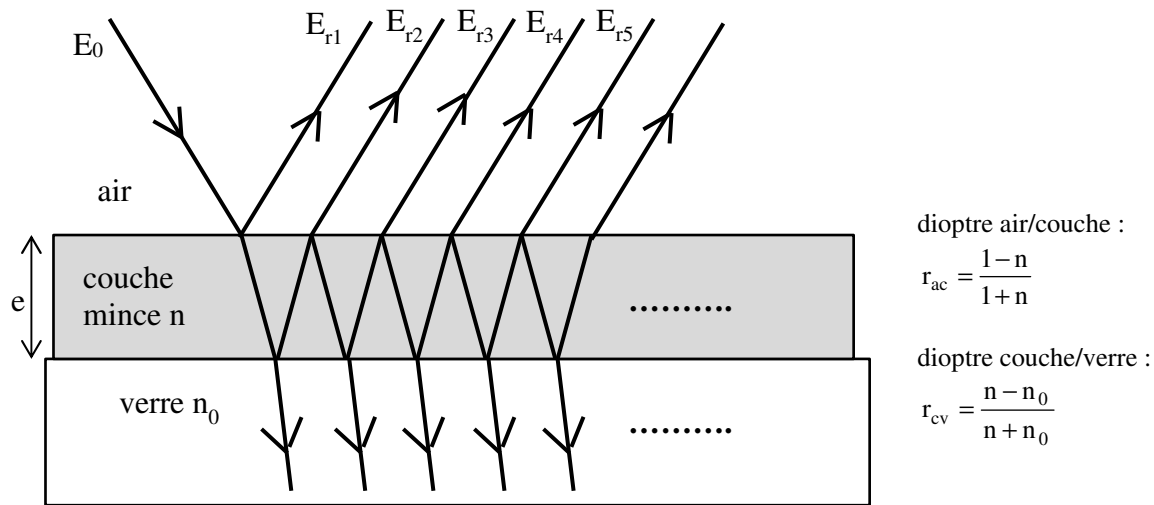
a-Justifier numériquement que la lumière réfléchie résulte de l'interférence de deux ondes issues chacune d'une seule réflexion.

b-L'onde incidente est monochromatique de longueur d'onde λ . Quelles conditions doivent satisfaire n et e pour que I_r soit nulle ?

c-La lumière incidente est blanche. On veut annuler totalement les radiations de longueur d'onde $\lambda = 0,55 \mu\text{m}$. Calculer e et décrire l'aspect de la lumière réfléchie.

1.4.1 Michelson en lame d'air-Exercice 2

a-Pour une meilleure lisibilité, les rayons sont tracés en incidence non normale.



- L'onde réfléchiée 1 vient d'une réflexion sur le dioptré air/couche : son amplitude est proportionnelle à $|r_{ac}|$
 - L'onde réfléchiée 2 vient d'une réflexion sur le dioptré couche/verre : son amplitude est proportionnelle à $|r_{cv}|$
 - L'onde réfléchiée 3 vient d'une réflexion sur le dioptré air/couche et de deux réflexions sur le dioptré couche/verre : son amplitude est proportionnelle à $|r_{ac}| |r_{cv}|^2$
- et ainsi de suite

On a donc : $\frac{E_{r3}}{E_{r2}} = |r_{ac}| |r_{cv}| = \left| \frac{n-n_0}{n+n_0} \frac{1-n}{1+n} \right|$

En prenant $n \approx 1,25$, on calcule $\frac{E_{r3}}{E_{r2}} \approx 10^{-2} \ll 1$

L'onde 3, et a fortiori les suivantes, a une amplitude négligeable devant celles des ondes 1 et 2.

Les interférences auront lieu entre les ondes réfléchies 1 et 2.

b-Formule de Fresnel : $I_r = I_{r1} + I_{r2} + 2\sqrt{I_{r1}I_{r2}} \cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

On aura $I_r = 0$ (interférences totalement destructives) si : $I_{r1} = I_{r2}$ et $\varphi_2 - \varphi_1 = \pi$

$I_{r1} = I_{r2} \Rightarrow$ même amplitude pour les deux premières ondes réfléchies

$$\Rightarrow r_{ac} = r_{cv}$$

$$\Rightarrow \frac{n-n_0}{n+n_0} = \frac{1-n}{1+n}$$

$$\Rightarrow \boxed{n = \sqrt{n_0}}$$

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} 2ne = \pi \Rightarrow \boxed{e = \frac{\lambda}{4n}}$$

c-A.N : $e = 0,11 \mu\text{m}$

Le jaune-vert n'est pas réfléchi. La lumière réfléchiée aura donc une coloration rouge-violette.