Exercice n° 32, page 509 Bulles de savon

1) – Interférences constructives. Les ondes arrivent en phase, donc $\delta = p\lambda$ avec p entier.

– Interférences destructives. Les ondes arrivent en opposition de phase, donc $\delta = (2p+1)\frac{\lambda}{2}$ avec p entier.

2) Si l'incidence est normale, $\alpha = 0$ rad et donc $\beta = 0$ rad. La différence de chemin optique a alors pour expression $\delta = 2ne + \frac{\lambda}{2}$ puisque $\cos(0) = 1$.

a) On cherche à déterminer pour quelles valeurs de e les interférences sont constructives :

$$2ne + \frac{\lambda}{2} = p\lambda \iff 2ne = (2p-1)\frac{\lambda}{2} \iff \boxed{e = (2p-1)\frac{\lambda}{4n}}$$

b) Même raisonnement pour les interférences destructives

$$2ne + \frac{\lambda}{2} = (2p+1)\frac{\lambda}{2} \iff 2ne = p\lambda \iff \boxed{e = \frac{p\lambda}{2n}}$$

3) Constructives : $p = 1$ (1^{er} ordre) $e_R = \frac{800\times10^{-9}\,m}{4\times1,34} = 1,49\times10^{-7}\,m$

$$e_V = \frac{400\times10^{-9}\,m}{4\times1,34} = 7,46\times10^{-8}\,m$$

Destructives $p = 1$ (1^{er} ordre) $e_R = \frac{800\times10^{-9}\,m}{2\times1,34} = 2,99\times10^{-7}\,m$

$$e_V = \frac{400\times10^{-9}\,m}{2\times1,34} = 1,49\times10^{-7}\,m$$

4) $e = (2p-1)\frac{\lambda}{4n} \iff 4ne = (2p-1)\lambda$

$\Rightarrow \frac{4ne}{\lambda} + 1 = 2p \iff p = \frac{2ne}{\lambda} + \frac{1}{2}$

On cherche un ou plusieurs couples (p, λ) qui vérifient cette relation avec λ dans le visible.

p pour $\lambda = 400$ nm $p = \frac{2\times1,34\times900\text{ nm}}{400\text{ nm}} = 6,03$

p pour $\lambda = 800$ nm $p = \frac{2\times1,34\times900\text{ nm}}{800\text{ nm}} = 3,02$

Couples (6 ; 400 nm)

(5 ; 536 nm) (4 ; 689 nm)

(3 ; 800 nm)

vert rouge

On utilise aussi $\lambda = \frac{4ne}{2p-1}$

5) La forme de la bulle évolue à cause de la gravité, son épaisseur diminue dans les parties supérieures et augmente dans les parties inférieures.
Les longueurs d'onde qui interfèrent constructivement varient donc en fonction de l'épaisseur jusqu'à l'éclatement de la bulle. lorsque l'épaisseur est trop petite.

La question précédente a montré que lorsque l'épaisseur est importante peu de longueurs d'onde interfèrent constructivement. C'est donc normal de voir des couleurs en petit nombre se détacher sur les images dans la partie basse.
Lorsque l'épaisseur est petite, de nombreuses longueurs d'onde interfèrent. La lumière est donc plus blanche.

Rque lorsque e devient trop petit, $2ne \ll \frac{\lambda}{2}$ et donc $\delta \simeq \frac{\lambda}{2}$. Les interférences sont destructives pour toutes les longueurs d'onde (dernière image).

Exercice n° 34, page 510 Interféromètre de Michelson

1. $\delta = 2x - 2y = 2(x-y)$

2. $\delta = 0$ si $x = y$ les interférences sont constructives, l'intensité lumineuse est maximale.

3. $\delta = 2d$

4. $\delta = p\lambda$ dans le cas des interférences constructives.

5. $2d = p\lambda \iff \boxed{\lambda = \frac{2d}{p}}$ A.N $\lambda = \frac{2 \times 2{,}064 \times 10^{-3}}{6\,522} = 6{,}329 \times 10^{-7}\ m = 632{,}9\ nm$

Exercice n° 33, page 510 Incertitudes de mesure

1. Cf. TP. $\tan\theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D} \simeq \theta$ et $\theta \simeq \frac{\lambda}{a}$ donc $\boxed{\frac{\lambda}{a} = \frac{L}{2D}}$

2. $\lambda = \frac{La}{2D}$ A.N. $\lambda = \frac{13{,}1 \times 10^{-3}\ m \times 0{,}200 \times 10^{-3}\ \cancel{m}}{2 \times 1{,}80\ \cancel{m}} = 7{,}28 \times 10^{-7}\ m$

3. $u(\lambda) = 7{,}28 \times 10^{-7}\ m \sqrt{\left(\frac{0{,}005}{0{,}200}\right)^2 + \left(\frac{0{,}01}{1{,}80}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1}{13{,}1}\right)^2} = 1{,}94 \times 10^{-8}\ m \simeq 2 \times 10^{-8}\ m$

4. $\lambda = (7{,}3 \pm 0{,}2) \times 10^{-7}\ m$