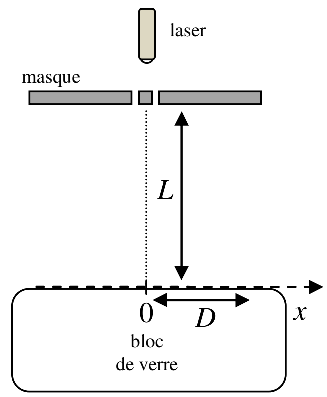
Ondes et physique moderne

Pré requis : Section 3.6 et 3.8

Atténuation du reflet avec pellicule mince

Au travers un masque comportant deux fentes rectilignes de largeur a = 13 μm séparées par une distance d = 0,039 mm (centre-à-centre), on éclaire verticalement à l'aide d'un laser émettant de la lumière à 580 nm en direction d'un bloc de verre (n = 1,5) situé à une distance L = 1,2 m du masque tel qu'illustré sur le schéma ci-contre.



(a) Identifiez le long de l'axe x sur un intervalle $x \in [-D, D]$ où D = 14 cm les endroits où les maximums de Young sont détectable.

(b) Si l'on dépose une mince couche d'huile (n = 1,22) d'une épaisseur de 760 nm, quelle est la plus petite modification que l'on doit apporter à l'épaisseur de cette couche (augmenter ou réduire) afin de faire disparaître l'ensemble des reflets de la lumière sur le bloc de verre. On suppose que la lumière incidente au bloc de verre est relativement perpendiculaire au bloc de verre.

Solution :

Évaluons les positions des minimums en diffraction : (où y_D correspond à la position en diffraction)

$$\delta = m\lambda \quad \Rightarrow \quad a\sin(\theta_D) = m\lambda \qquad \text{(Approximation des rayons parallèles)}$$

$$\Rightarrow \quad a\frac{y_D}{L} = m\lambda \qquad \text{(Approximation des petits angles)}$$

$$\Rightarrow \quad y_D = m\frac{\lambda L}{a}$$

$$\Rightarrow \quad y_D = m\frac{(580\times 10^{-9})(1{,}2)}{(13\times 10^{-6})}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{y_D = 0{,}05354\, m}$$

Évaluons les positions en $x \in [-D, D]$ où il y a minimum en diffraction :

$m = -2$	$m = -1$	$m = 0$	$m = 1$	$m = 2$
$y_D = -0{,}10708$ m	$y_D = -0{,}05354$ m	Exclure (pic central)	$y_D = 0{,}05354$ m	$y_D = 0{,}10708$ m

Pré requis : Section 3.6 et 3.8

Évaluons les positions des maximums de Young : (où y_Y correspond à la position en Young)

$\delta = m\lambda \quad \Rightarrow \quad d\sin(\theta_Y) = m\lambda$ (Approximation des rayons parallèles)

$\Rightarrow \quad d\dfrac{y_Y}{L} = m\lambda$ (Approximation des petits angles)

$$\Rightarrow \quad y_Y = m\frac{\lambda L}{d}$$

$$\Rightarrow \quad y_Y = m\frac{(580\times10^{-9})(1{,}2)}{(0{,}039\times10^{-3})}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{y_Y = 0{,}01785\, m}$$

Évaluons les positions où il y a <u>maximum de Young détectable/observable</u>. Ainsi, nous devons ajouter la contrainte qu'un maximum de Young y_Y ne peut pas être localisé au même endroit qu'un minimum en diffraction y_{D} :

	$m \geq 0$	$m < 0$
$m = 0$	$y_Y = 0$ m	
$m = \pm 1$	$y_Y = 0{,}01785$ m	$y_Y = -0{,}01785$ m
$m = \pm 2$	$y_Y = 0{,}03570$ m	$y_Y = -0{,}03570$ m
$m = \pm 3$	$y_Y = 0{,}05355$ m (minimum diffraction) $y_D = 0{,}05354$ m	$y_Y = -0{,}05355$ m (minimum diffraction) $y_D = -0{,}05354$ m
$m = \pm 4$	$y_Y = 0{,}07140$ m	$y_Y = -0{,}07140$ m
$m = \pm 5$	$y_Y = 0{,}08925$ m	$y_Y = -0{,}08925$ m
$m = \pm 6$	$y_Y = 0{,}10710$ m (minimum diffraction) $y_D = 0{,}10708$ m	$y_Y = -0{,}10710$ m (minimum diffraction) $y_D = -0{,}10708$ m
$m = \pm 7$	$y_Y = 0{,}1250$ m	$y_Y = -0{,}1250$ m

(a) Il y a donc 11 maximums de Young détectable.

Ondes et physique moderne

Pré requis : Section 3.6 et 3.8

Pour atténuer le reflet de la lumière sur le bloc de verre, nous allons appliquer le processus d'interférence sur pellicule mince (mode réflexion). Puisque nous désirons atténuer la réflexion, nous devrons satisfaire l'équation du minimum en réflexion :

Remarque : Nous avons deux réflexions dure (air-huile) et dure (huile-verre)

$$\delta = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_p \quad \Rightarrow \quad \delta_e + \delta_r = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_p \qquad (\delta = \delta_e + \delta_r)$$

$$\Rightarrow \quad \delta_e + (0) = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_p \qquad (\delta_r = 0 \text{, car réflexion dure-dure})$$

$$\Rightarrow \quad 2e = \left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda_p \qquad (\delta_e = 2e)$$

$$\Rightarrow \quad 2e = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_{\text{air}}}{n_{\text{huile}}} \qquad \left(n_1\lambda_1 = n_2\lambda_2 \text{, donc } \lambda_p = \lambda_{\text{huile}} = \frac{\lambda_{\text{air}}}{n_{\text{huile}}}\right)$$

$$\Rightarrow \quad m = \frac{2e\,n_{\text{huile}}}{\lambda_{\text{air}}} - \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad m = \frac{2\left(760\times10^{-9}\right)(1{,}22)}{\left(580\times10^{-9}\right)} - \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{m = 2{,}6972}$$

Puisque l'entier le plus près est 3, nous allons devoir augmenter l'épaisseur de la pellicule d'huile pour effectuer la plus petite modification à la pellicule.

Évaluons l'épaisseur e_3 de la pellicule avec $m = 3$:

$$2e = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_{\text{air}}}{n_{\text{huile}}} \quad \Rightarrow \quad e = \left(m + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda_{\text{air}}}{2\,n_{\text{huile}}}$$

$$\Rightarrow \quad e = \left((3) + \frac{1}{2}\right)\frac{\left(580\times10^{-9}\right)}{2(1{,}22)}$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{e = 831{,}97 \text{ nm}}$$

Évaluons la modification Δe que l'on doit apporter à notre pellicule d'épaisseur $H = 760$ nm :

$$\Delta e = e_3 - H \quad \Rightarrow \quad \Delta e = e_3 - H$$

$$\Rightarrow \quad \Delta e = (831{,}97\,\text{nm}) - (760\,\text{nm})$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\Delta e = 71{,}97 \text{ nm}} \qquad (\textbf{augmenter l'épaisseur})$$