

TD 01

Modèle scalaire de la lumière

A. Train d'onde et cohérence

La raie verte du mercure a une longueur d'onde $\lambda = 546 \text{ nm}$ et une largeur $\Delta\lambda = 2 \times 10^{-2} \text{ nm}$ dans une lampe haute pression. Déterminer son temps et sa longueur de cohérence. En déduire le nombre de périodes que compte un train d'onde.

B. Défaut sur une lame de verre

Une lame de verre, parfaitement transparente, à faces parallèles, d'indice de réfraction n et de faible épaisseur e_0 , comporte un petit défaut localisé en M, où l'épaisseur devient e . Elle est éclairée par un faisceau de lumière parallèle issu d'une source monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ_0 .

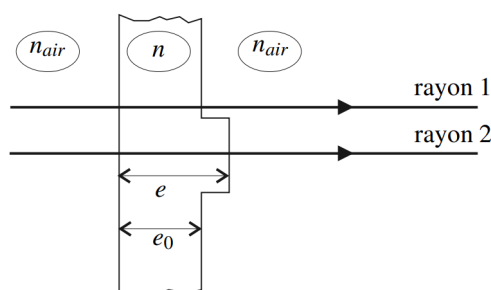


FIGURE 1 – Défaut d'épaisseur $e - e_0$ sur une lame en verre

1. Déterminer le déphasage à l'infini entre les rayons 1 et 2.
2. Représenter sur la figure une surface d'onde avant la traversée de la lame et après la traversée de la lame.

C. Lentille et chemins optiques

Une lentille mince convergente est éclairée par une source supposée ponctuelle, placée dans le plan focal objet, hors de l'axe optique.

1. Déterminer les différences de chemins optiques $\delta_a = (AQ) - (AP)$ et $\delta_b = (AM) - (AP)$.

Cette même lentille reçoit un faisceau de lumière parallèle incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique.

1. Déterminer les différences de chemins optiques $\delta_c = (QA) - (PA)$ et $\delta_d = (MA) - (PA)$.

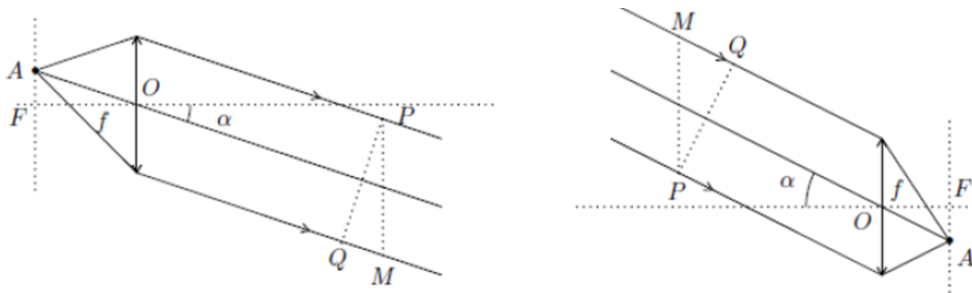


FIGURE 2 – Lentille et plan d'onde

D. Action d'une lame à faces parallèles ●●○

Une lame de verre à faces parallèles, d'épaisseur e et d'indice n , est interposée entre une source S située à l'infini dans l'air d'indice n_{air} , et un point A , situé lui aussi dans l'air.

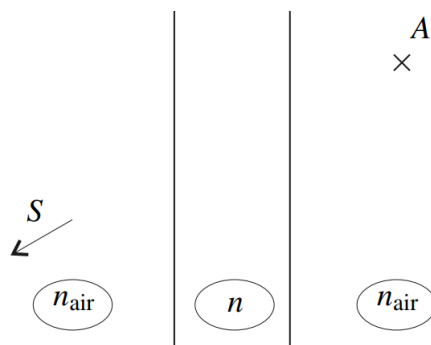


FIGURE 3 – Lame à faces parallèles

1. Tracer soigneusement sur la figure le rayon lumineux, issu de S , qui arriverait en A en l'absence de la lame, ainsi que le rayon qui arrive en A en présence de celle-ci.

On s'intéresse à la grandeur $\delta = (SA)_{\text{avec lame}} - (SA)_{\text{sans lame}}$, différence des chemins optiques entre S et A en présence et en l'absence de la lame.

2. Montrer que

$$\delta = e(n \cos r - n_{\text{air}} \cos i)$$

où i est l'angle d'incidence des rayons lumineux sur la lame et r l'angle de réfraction.

3. Vérifier le résultat dans le cas où $i = 0$.
4. Donner une expression δ , en fonction de i et des indices, approchée au deuxième ordre, lorsque l'angle i est très petit.

E. Temps de cohérence d'une radiation monochromatique —●○○

Déterminer le temps et la longueur de cohérence temporelle de la radiation verte issue de la lampe dont le spectre est fourni ci-dessous.

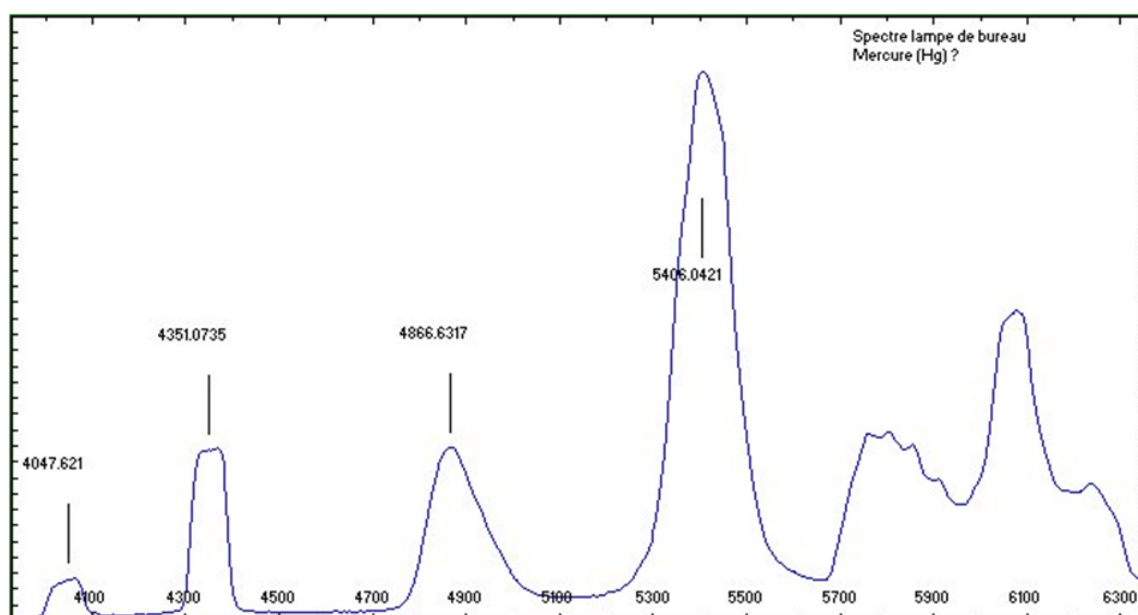


FIGURE 4 – Spectre d'une source inconnue