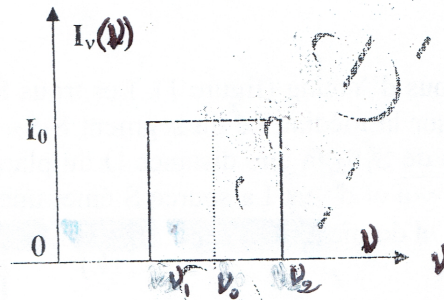


Cohérence temporelle**FENTE FINE F****A- Profil rectangulaire**

La fente fine F monochromatique éclairant le dispositif de fente d'Young a profil d'émission rectangulaire $|V|$ ($\lambda_1 < \lambda_0 < \lambda_2$).



- a. Montrer que l'éclairement résultant en un point du champ d'interférence est de la forme :

$$I = 2I_0 \left(1 + V \cos \frac{2\pi}{\lambda_0} \delta \right)$$

- b. Exprimer V en fonction de la différence de marche δ et des données du problème. Quelle est la signification de V et $|M|$?
- c. Tracer, indexer et interpréter la courbe $V(\delta)$. Quelle est la première valeur de δ notée δ_1 qui annule V ? que signifie δ_1 ? En déduire un critère de visibilité des franges.

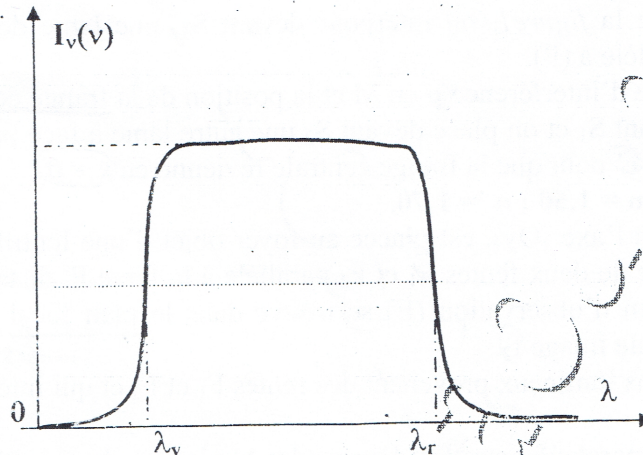
B- Interférences en lumière bichromatique.

La fente fine F monochromatique éclairant le dispositif de fente d'Young est remplacé par une lampe à vapeur de sodium qui émet deux radiations monochromatiques de même intensité et de longueurs d'onde voisine $\lambda_1 = 5889,9 \text{ \AA}$ et $\lambda_2 = 5895,9 \text{ \AA}$. On posera $\lambda_0 = (\lambda_1 + \lambda_2)/2$ et $\Delta\lambda = \lambda_2 - \lambda_1$.

Montrer que l'intensité vibratoire peut s'écrire $I(M) = 2I_0 \left[1 + V \cos \frac{2\pi\delta}{\lambda_0} \right]$.

C- Interférences en lumière blanche

La fente fine F éclairant le dispositif de fente d'Young émet maintenant de la lumière blanche comportant toutes les radiations de longueurs d'ondes comprises entre 400 nm et 700 nm ($400 \text{ nm} < \lambda_0 < 700 \text{ nm}$).



- 1- Décrire l'aspect de l'écran (E).
- 2- On place dans le plan (E), la fente d'entrée, supposée fine, d'un spectroscopie à la distance x .
 - a- Décrire l'aspect du spectre obtenu.
 - b- Déterminer le nombre de radiations absentes (éteintes) de ce spectre lorsque $x = 1,5 \text{ mm}$ puis $x = 3 \text{ mm}$.

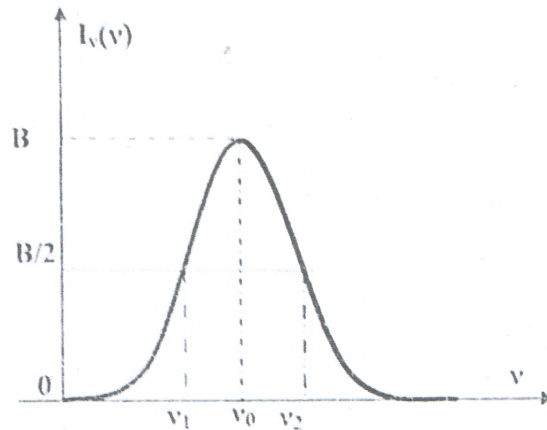
D- Interférences en lumière partiellement cohérente.

La source de lumière est maintenant une lampe à vapeur de mercure. A l'aide d'un filtre placé après la lentille (L_1), on sélectionne, de son spectre d'émission, la raie verte.

La distribution spectrale d'intensité I_ν de cette raie ; est donnée par : $I_\nu(\nu) = B \exp\left(-\frac{\nu - \nu_0}{\alpha}\right)^2$

où $\nu_0 = 5,5 \cdot 10^{14}$ Hz ; α et B désignant deux constantes positives avec $\alpha \ll \nu_0$

L'intensité de chaque composante monochromatique de fréquence ν et de largeur $d\nu$ est donnée par $dI_0 = I_\nu(\nu) d\nu$.



- 1- Exprimer, en fonction de α la largeur à mi-hauteur (notée $\Delta\nu$) de la courbe $I_\nu(\nu)$ appelée largeur spectrale de la raie.
- 2- Montrer que l'intensité en un point M de l'écran (E), correspondant à une différence de marche δ , peut se mettre sous la forme :

$$I = \frac{I(0)}{2} \left[1 + \exp\left(-\frac{\delta^2}{\gamma^2}\right) \cos\left(\frac{2\pi\nu_0}{c} \delta\right) \right] \quad \text{Exprimer } I(0) \text{ et } \gamma \text{ en fonction de } \alpha, B, \delta \text{ et } c.$$

$$\text{On donne } \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(\beta x) \exp\left(-\frac{x^2}{\alpha^2}\right) dx = \alpha \sqrt{\pi} \exp\left(-\frac{\alpha^2 \beta^2}{4}\right) ; \quad \int_{-\infty}^{+\infty} \sin(\beta x) \exp\left(-\frac{x^2}{\alpha^2}\right) dx = 0$$

- 3- a- Comparer la période η de la fonction $f(\delta) = \cos\left(\frac{2\pi\nu_0}{c} \delta\right)$ à la distance γ qui caractérise la décroissance de la fonction $g(\delta) = \exp\left(-\frac{\delta^2}{\gamma^2}\right)$. Conclure.

b- Tracer la courbe donnant l'intensité I en fonction de δ . Commenter.

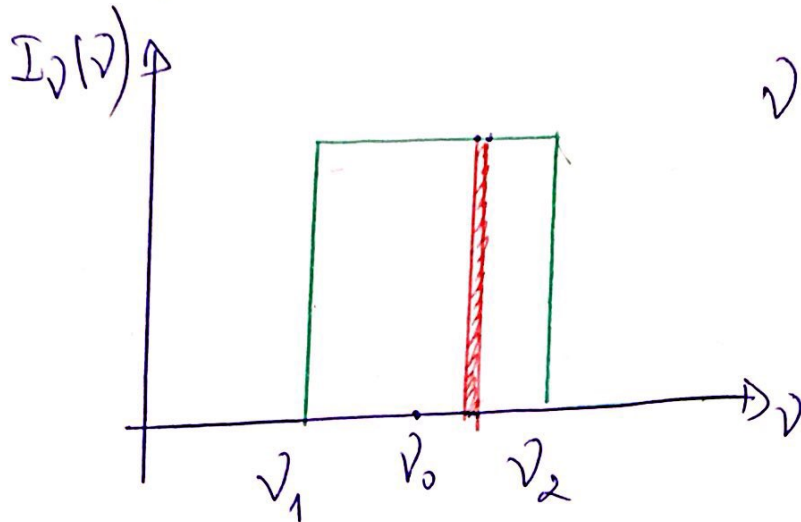
- 4- En supposant que la fonction $g(\delta)$ reste pratiquement constante entre deux franges successives, exprimer le contraste c défini en I-6a, en fonction de $g(\delta)$.

- 5- a- Exprimer, en fonction de $\Delta\nu$ et c , la valeur de L_c de δ pour la quelle le contraste est égale à sa valeur maximale divisée par deux.

On considère que les interférences ne sont plus observables au de la de cette valeur L_c , appelé longueur de cohérence temporelle de la source.

- b- Calculer L_c ; on donne $\Delta\nu = 10^{12}$ Hz et $c = 3 \cdot 10^8$ m/s.

A) Profil rectangulaire



$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$dI_0 \rightarrow dv$$

$$I_0 \rightarrow \Delta v$$

$$I = \int_{v_1}^{v_2} \frac{2I_0}{\Delta v} \left(1 + \cos\left(\frac{2\pi f v}{c}\right) \right) dv$$

$$I = \frac{2I_0}{\Delta v} \left(v + \frac{c}{2\pi f} \sin\left(\frac{2\pi f v}{c}\right) \right) \Big|_{v_1}^{v_2}$$

$$I = \frac{2I_0}{\Delta v} \left(\Delta v + \frac{c}{2\pi f} \left\{ \sin\left(\frac{2\pi f v_2}{c}\right) - \sin\left(\frac{2\pi f v_1}{c}\right) \right\} \right)$$

$$I = 2I_0 \left[1 + \sin\left(\frac{\pi f \Delta v}{c}\right) \cos\left(\frac{2\pi f v_0}{c}\right) \right]$$

$$I = 2I_0 \left[1 + V(f) \cos\left(\frac{2\pi f v_0}{c}\right) \right] \quad \text{3 fev} \quad \textcircled{6}$$

positions bruyage : $V(\delta) = 0$

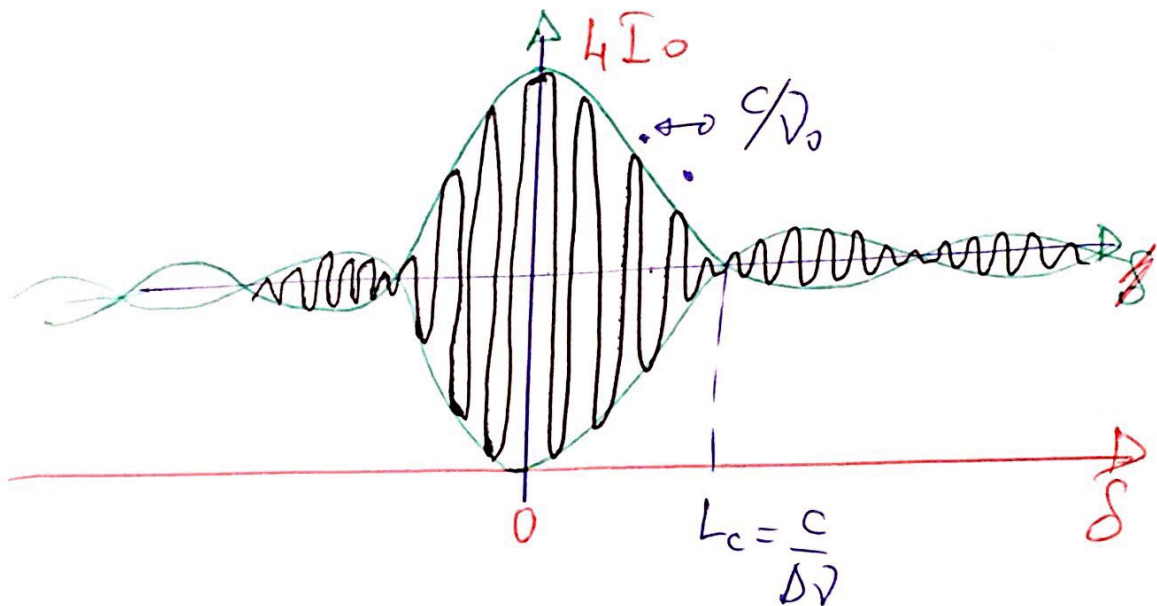
$$\text{sinc}\left(\frac{\pi \delta \Delta \nu}{c}\right) = 0 \Rightarrow \frac{\pi \delta \Delta \nu}{c} = K\pi$$

$$\delta = K \frac{c}{\Delta \nu}, \quad K \in \mathbb{Z}^*$$

$$\delta = \frac{ax}{D} \quad ; \quad \delta_1 = \frac{c}{\Delta \nu} = L_c$$

$L_c =$ longueur de cohérence temporelle.

$$L_c = c\tau$$



$$\cos\left(\frac{2\pi \delta}{\left(\frac{c}{\nu_0}\right)}\right) \Rightarrow \text{période} : \frac{c}{\nu_0}$$

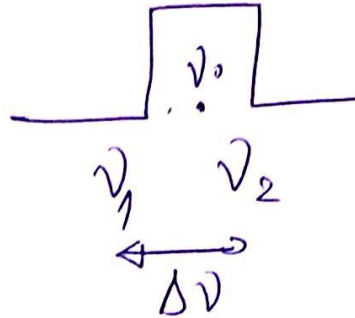
$$\text{or } \Delta \nu \ll \nu_0 \quad L_c = \frac{c}{\Delta \nu} \gg \frac{c}{\nu_0}$$

3/20
(7)

$$\nu_0$$

brouillage

$$\nu_0 \longrightarrow \nu_0 + \frac{\Delta\nu}{2}$$



$$\Delta p_{1/2} = \frac{1}{2}$$

$$p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{\delta}{c} \nu$$

$$\Delta p_{1/2} = \frac{\delta}{c} \Delta \nu_{1/2} = \frac{\delta}{c} \frac{\Delta \nu}{2} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\delta = \frac{e}{\Delta \nu}$$

B) source bichromatique: λ_1, λ_2

$$\begin{cases} \lambda_2 - \lambda_1 = \Delta\lambda \\ \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} = \lambda_0 \end{cases} \quad \begin{cases} \lambda_1 = \lambda_0 - \frac{\Delta\lambda}{2} \\ \lambda_2 = \lambda_0 + \frac{\Delta\lambda}{2} \end{cases}$$

$$\lambda_1 \lambda_2 = \lambda_0^2 - \left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right)^2 \simeq \lambda_0^2$$

$$I_{\text{tot}} = I_{\lambda_1}(\eta) + I_{\lambda_2}(\eta)$$

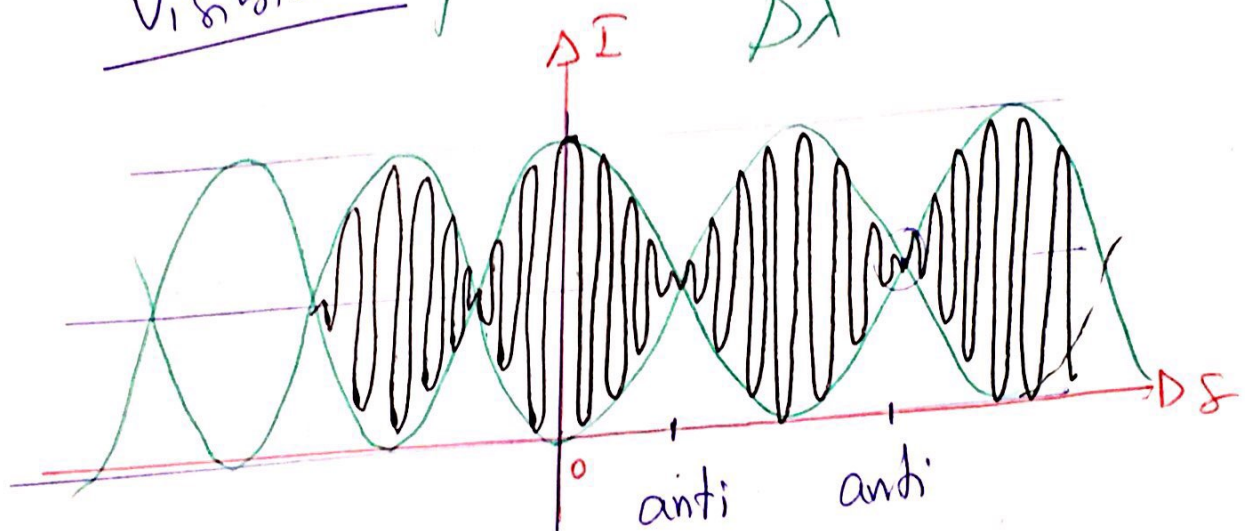
3 lev
(8)

$$I = 2I_0 \left[\left(1 + \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_1}\right) \right) + \left(\cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_2}\right) + 1 \right) \right]$$

$$I = 4I_0 \left[1 + \cos\left(\pi\delta\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)\right) \cos\left(\pi\delta\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right)\right) \right]$$

$$I = 4I_0 \left[1 + \cos\left(\frac{\pi\delta\Delta\lambda}{\lambda_0^2}\right) \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_0}\right) \right]$$

visibilité : période $\frac{2\lambda_0^2}{\Delta\lambda} \gg \lambda_0$



$\cos\left(\frac{\pi\delta\Delta\lambda}{\lambda_0^2}\right) = 0$ pos km anticoincidence.

$$\frac{\pi\delta\Delta\lambda}{\lambda_0^2} = \left(m + \frac{1}{2}\right)\pi \neq m\frac{\pi}{2}$$

$$\delta = \frac{\lambda_0^2}{\Delta\lambda} \left(m + \frac{1}{2}\right)$$

3/2
(9)

* Pq

$$\delta = p_1 \lambda_1 = p_2 \lambda_2 ; \lambda_1 < \lambda_2$$

$$\Rightarrow p_1 > p_2$$

on pose $p_2 = k$

$$p_1 = k + \frac{1}{2} + m \quad \text{antinode}$$

$$p_1 - p_2 = \left(m + \frac{1}{2}\right) = \frac{\delta}{\lambda_1} - \frac{\delta}{\lambda_2}$$

$$\delta = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{(\lambda_2 - \lambda_1)} \left(m + \frac{1}{2}\right) \approx \frac{\lambda_0^2}{\Delta \lambda} \left(m + \frac{1}{2}\right)$$

Pq: $\frac{1}{\lambda} = \sigma$: nbs d'onde m^{-1}

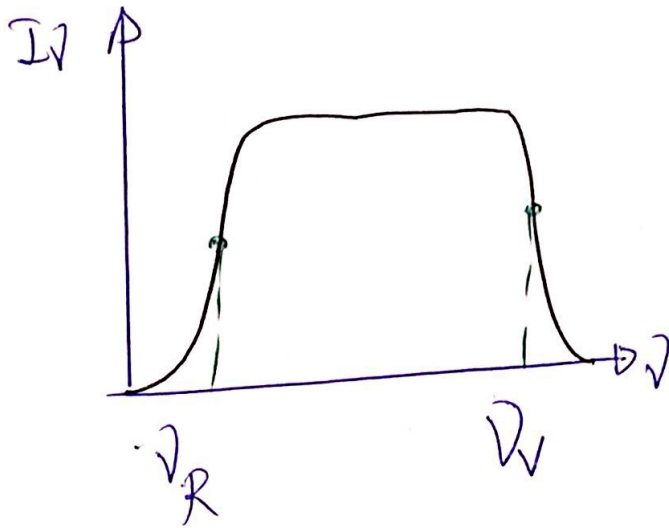
$$d\sigma = -\frac{d\lambda}{\lambda^2} \Rightarrow \Delta \sigma = \frac{\Delta \lambda}{\lambda_0^2}$$

$$\delta = \frac{1}{\Delta \sigma} \left(m + \frac{1}{2}\right)$$

Pq: $v = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow \Delta v = \frac{c}{\lambda_0^2} \Delta \lambda$

2 lev
(10)

Lumière blanche



$$\lambda \in [\lambda_V - \lambda_R]$$

$$\nu \in [\nu_R - \nu_V]$$

$$L_c = \frac{c}{\Delta \nu}$$

$$L_c = \frac{c}{\nu_V - \nu_R} = \frac{c}{\frac{c}{\lambda_V} - \frac{c}{\lambda_R}} = \frac{\lambda_V \lambda_R}{\lambda_R - \lambda_V}$$

$$L_c \approx 1 \mu\text{m}$$

critère de visibilité $\delta < L_c$

$$L_{c \text{ Laser}} = 1 \text{ m}$$

$$L_{c \text{ Hg}} = 0,13 \mu\text{m}$$

$$L_c = \frac{c}{\Delta \nu}, \quad L_c \nearrow; \quad \Delta \nu \searrow$$

1) on observe la frange centrale nette:

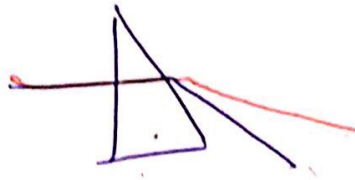
blanche

• entourée par deux franges sombres

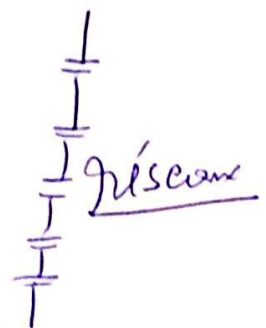
• 99 franges irisées (colorées)
• Blanc - 1^{er} ordre supérieur

3/22: 2001
11

2) Spectroscope :



ou



on place le fente d'entrée du spectroscope à la position m_0 de la frange centrale : on observe des bandes noires (annulures) et on parle d'un spectre annulé.

$$\lambda \in [\lambda_{\text{violet}} - \lambda_{\text{rouge}}]$$

$$S = \frac{a n_0}{D} = \left(k + \frac{1}{2}\right) \lambda \quad : \quad \begin{array}{l} \text{annulure} \\ \neq \text{frange sombre} \end{array}$$

$$\lambda_v \leq \lambda = \frac{a n_0}{D(k + \frac{1}{2})} \leq \lambda_R$$

$$\frac{a n_0}{\lambda_R D} \leq \left(k + \frac{1}{2}\right) \leq \frac{a n_0}{\lambda_v D}$$

$$6,6 \leq k \leq 12$$

$$n_0 = 1,5 \text{ mm.}$$

$$k \in \{7, 8, 9, 10, 11, 12\} \quad \text{6 bandes noire}$$

$$\lambda_7 = \frac{a n_0}{D(7 + \frac{1}{2})}$$

$$\lambda_8 = \frac{a n_0}{D(8 + \frac{1}{2})}$$

3/er
12