

T.P.7 Interférences lumineuses

1. Double-fente de Young au Laser

Pour l'expérience de la bi-fente de Young on a établi dans le cours pour a et $x \ll D$. Avec a =écart des fentes ; D =distance de l'écran et x =position sur l'écran à partir de la frange centrale.

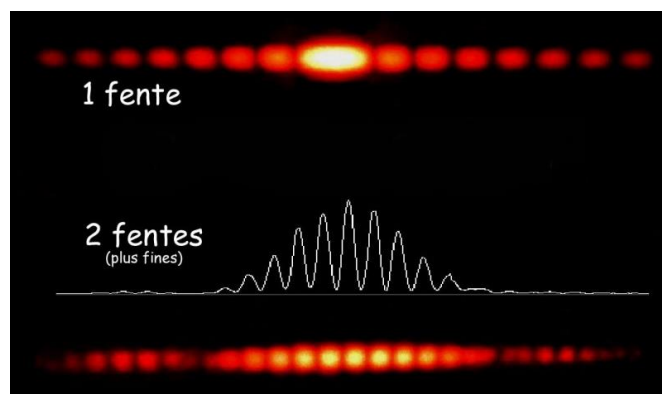
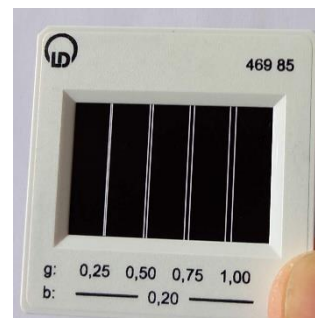
Position de la nième frange lumineuse $x = n \cdot \frac{\lambda D}{a}$

Il en résulte la formule pour l'interfrange $i = \frac{\lambda D}{a}$

Pour un laser monochromatique (rouge ou vert) noter la longueur d'onde λ indiquée et prendre soin de bien éclairer les 2 fentes du diapo.

Tester la différence si le laser éclaire seulement une des deux fentes.

La situation pour une fente ou un trou unique sera étudié séparément après.



1.1. Mesure pour différents laser et écart de fentes

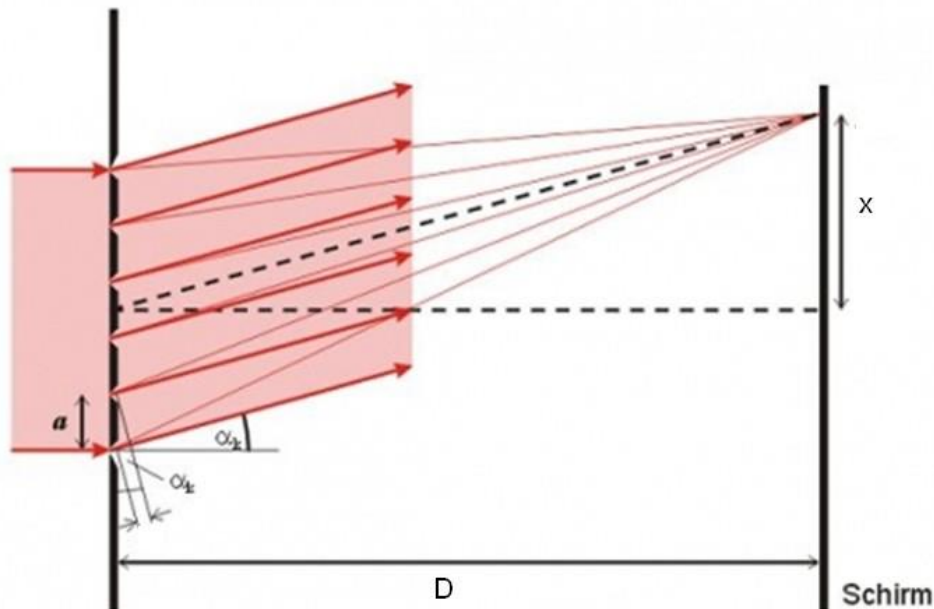
Remplir le tableau suivant afin de comparer l'écart entre théorie et expérience. Discuter la cause d'éventuels écarts.

	$\lambda =$		$\lambda =$		$\lambda =$	
	$g = a = 0,25 \text{ mm}$		$g = a = 0,5 \text{ mm}$		$g = a = 0,75 \text{ mm}$	
	$D =$	$D =$	$D =$	$D =$	$D =$	$D =$
Nombre d'interfranges						
Distance mesurée en mm						
$i_{mesuré}$ en mm						
$i_{théo}$ en mm						
$\frac{ i_{mesuré} - i_{théo} }{i_{théo}}$						

Conclusion : Que faut-il faire pour avoir une bonne précision ?

2. Réseau de fentes très rapprochées

Si on perce un écran opaque d'un très grand nombre de fentes, on obtient un réseau de diffraction. Le traitement mathématique est analogue à celui des fentes de Young, mais il faut additionner un très grand nombre de sources.



Comme l'approximation $x \ll D$ n'est plus valable, on doit reformuler les relations avec l'angle de diffraction α .

La différence de marche δ pour 2 fentes voisines s'écrit (compléter la figure) :

$$\delta = a \sin(\alpha)$$

avec $\alpha =$ direction où on observe l'interférence
 et $a =$ écart des fentes

La condition pour avoir une $n^{\text{ième}}$ frange lumineuse s'écrit alors :

$$a \sin(\alpha) = n \cdot \lambda$$

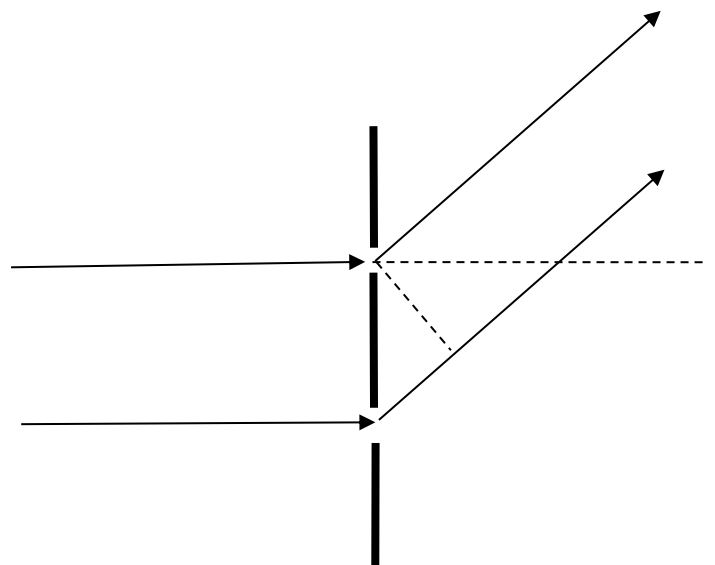
$$\sin \alpha = n \frac{\lambda}{a}$$

La loi est identique pour un réseau de plusieurs fentes équidistantes, sauf que la trace est plus lumineuse.

Rem : Pour α faible on pose

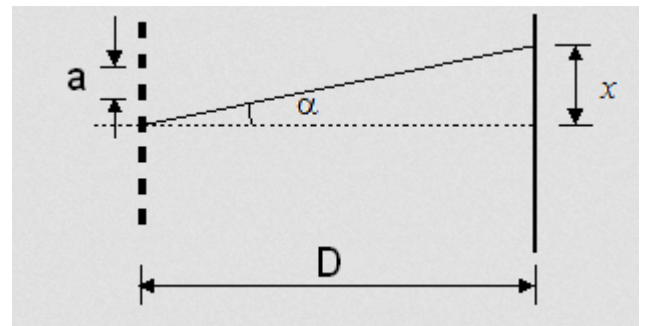
$$\sin(\alpha) \approx \tan(\alpha) = \frac{x}{D}$$

et on retrouve la loi du cours : $\frac{x}{D} = n \frac{\lambda}{a}$



2.1. Mesure d'un réseau par laser :

Relever l'angle de diffraction $\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{x}{D}\right)$ en mesurant l'écart x pour le 1^{er} maximum $n=1$ sur un écran placé à une distance D **du réseau**. Calculer l'écart a des fentes à l'aide de λ et en déduire le nombre de fentes par mm. Comparer à l'indication sur le réseau (p.ex. $N_{res}= 300, 600/\text{mm}$).



$\lambda=$ $D=$ $x=$ (Unités S.I. !!!!)

$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{x}{D}\right) =$ $a_{exp} = \frac{\lambda}{\sin\alpha} =$ m

$N_{res} =$ par mm $a_{res} = \frac{1\text{mm}}{N_{res}} = \frac{0,001}{N_{res}} =$ m

2.2. Mesure de λ pour lumière blanche:

Une lumière blanche passe par une fente puis par une lentille $f=50\text{mm}$ qui représente l'image de la fente sur un écran. Ensuite on interpose le réseau entre la lentille et l'écran. Mesurer D et x_{rouge} resp. x_{violet} pour les limites du spectre ($n=1$) et en déduire les longueurs d'onde du spectre visible.

$D=$ $N_{res}=$
 $a = \frac{0,001\text{m}}{N_{res}} =$
 $x_{violet} =$ $\alpha_{violet} = \tan^{-1}\left(\frac{x}{D}\right) =$ $\lambda_{violet} = a \cdot \sin(\alpha_{violet}) =$
 $x_{rouge} =$ $\alpha_{rouge} =$ $\lambda_{rouge} =$

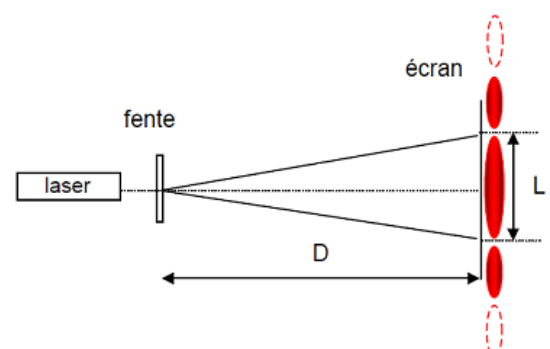
3. Diffraction par une fente

Un laser émettant une lumière monochromatique rouge de longueur d'onde λ éclaire une fente de largeur b . Un écran est situé à une distance D de la fente.



3.1. Description qualitative de la figure de diffraction

- Comparez la largeur de la tache lumineuse centrale à celle des autres taches lumineuses.
- Comment varie la figure de diffraction lorsqu'on augmente la largeur de la fente ? **Tenez-en compte lorsque vous choisissez la distance D .**



3.2. Mesures

Choisir la **distance D** fixe entre le plan de la fente et l'écran.

$D =$ _____ $\lambda =$ _____

Mesurez la largeur L de la tache centrale pour différentes largeurs b de la fente.

b (mm)	L_{mes} (m)	$L_{mes} \cdot b$	L_{calc} (m)	écart(%)

3.3. Exploitation

- Trouvez une relation mathématique entre L et b .
- Vérifiez que $L_{calc} = \frac{2\lambda D}{b}$ correspond à la largeur mesurée.

4. Diffraction par un trou circulaire

Un trou de **diamètre b** connu est éclairé par un laser de longueur d'onde λ .



4.1. Loi empirique

La figure de diffraction consiste en des anneaux concentriques autour d'un **disque central** particulièrement lumineux. Comparons le diamètre des

anneaux à $\frac{\lambda D}{b}$. d_1 disque 1^{er} anneau noir d_2 2^e anneau noir

4.2. Tableau des mesures pour Laser

$\lambda =$ **m** mesures pour différents diamètres b du trou

b (m)	d_1 (m)	d_2 (m)	$\frac{\lambda D}{b}$	$\frac{d_1}{\frac{\lambda D}{b}}$	$\frac{d_2}{\frac{\lambda D}{b}}$

4.3. Mise en évidence de la nature ondulatoire d'un faisceau d'électrons

Un faisceau d'électrons $m=9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$ $q=-e=-1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ traverse une feuille de graphite avant de tomber sur un écran. Pour une tension accélératrice U adéquate on observe aussi des anneaux d'interférences. De Broglie a montré que les électrons se propagent comme une onde de longueur d'onde $\lambda = \frac{h}{p}$ avec $h=6,64 \cdot 10^{-34} \text{Js}$ (constante de Planck).

La tension accélératrice U détermine la vitesse $v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$

Quantité de mouvement $p=m \cdot v$ longueur d'onde des électrons $\lambda = \frac{h}{p}$

Distance D jusqu'à l'écran $D=$ diamètre du 1^{er} et 2^e anneau d_1 et d_2

L'écart b entre les atomes de C vaut $b=2 \cdot 10^{-10} \text{m}$. Le diamètre de l'anneau intérieur doit donc de nouveau être comparable à $\frac{\lambda D}{b}$. Discuter les sources d'approximations.

U(V)	v (m/s)	$\lambda = \frac{h}{mv}$ (m)	$\frac{\lambda D}{b}$ (m)	d_1 (m)	d_2 (m)	$\frac{d_1}{\lambda D / b}$	$\frac{d_2}{\lambda D / b}$
2200							
2600							
3200							
3700							
4500							

