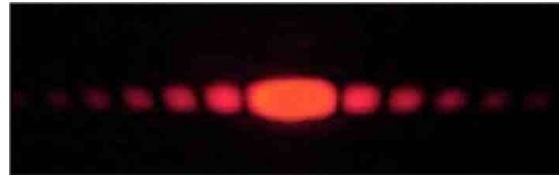


TP DIFFRACTION ET INTERFERENCE LUMINEUSE

Expérience 1 : Diffraction de la lumière monochromatique par une fente

Introduction :

Si un faisceau laser parvient à un écran sans rencontrer d'obstacle intermédiaire, il apparaît une simple 'tâche lumineuse' à l'endroit où le faisceau rencontre l'écran.



Si ce même faisceau laser passe à travers une fente avant de parvenir à l'écran, il apparaît une figure de diffraction.

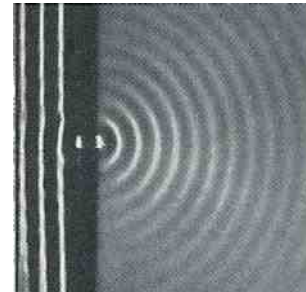
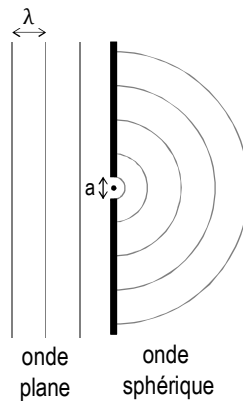
fronts d'ondes

$$a \ll \lambda$$

Théorie :

Selon le **principe d'Huygens-Fresnel**,

chaque point d'une surface atteinte par la lumière (front *d'onde*) peut être considéré comme une source secondaire émettant une onde sphérique dont l'amplitude et la phase sont celles de l'onde incidente à ce point.

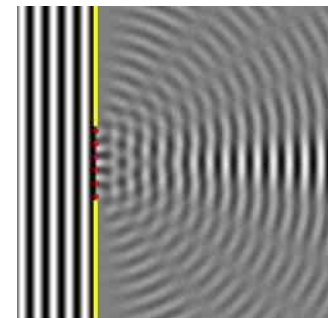
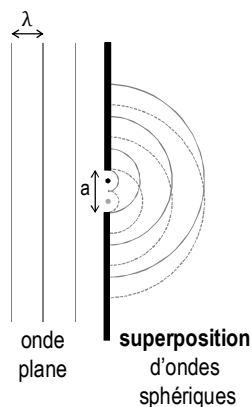


analogie avec une onde mécanique

fronts d'ondes

$$a \sim \lambda$$

Si un faisceau de lumière passe à travers une fente dont la largeur **a** est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde **λ** , alors des ondes sphériques se superposent après la fente: il y a interférence lumineuse. Ce phénomène est appelé diffraction de la lumière par une fente.



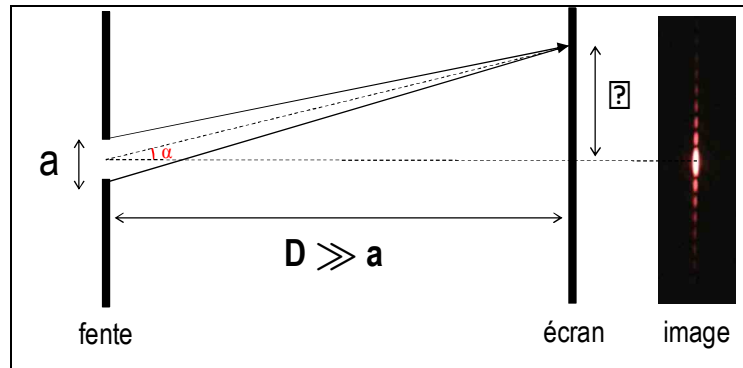
analogie avec une onde mécanique

Modèle théorique :

D est la distance séparant la fente du plan de l'écran ;

a est la largeur de la fente ;

λ est la longueur d'onde de la lumière monochromatique ;

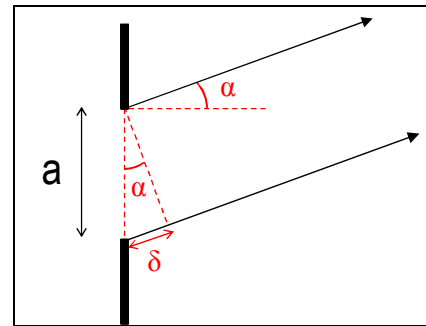


x est l'abscisse d'un point observé sur l'écran repéré par rapport au centre de la tâche principale de diffraction (frange *centrale*).

Nous considérons la figure de diffraction proche de la frange central ($x \ll D$) c'est-à dire pour des angles α petits. Dans ce cas, nous avons : $\alpha \approx \tan \alpha = \frac{x}{D}$

Nous considérons deux rayons lumineux se propageant vers l'écran comme illustré par la figure ci-contre.

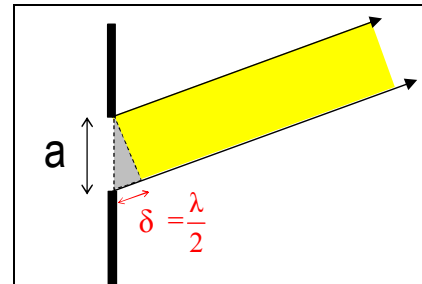
Nous avons la relation suivante : $\alpha \approx \sin \alpha = \frac{\delta}{a}$



où δ est la différence de marche entre ces deux rayons.

Selon les relations (1) et (2), on obtient: $\frac{\delta}{a} \approx \frac{x}{D} \Rightarrow \delta = \frac{a \cdot x}{D}$

Si $\delta = (2k+1)\frac{\lambda}{2}$ (avec $k \in \mathbb{Z}$) il apparaît une **frange visible** sur l'écran. Seuls les rayons extrêmes du faisceau lumineux interfèrent de manière destructive. Les rayons à l'intérieur du faisceau n'interfèrent pas de manière destructive et ils se superposent de manière visible sur l'écran.

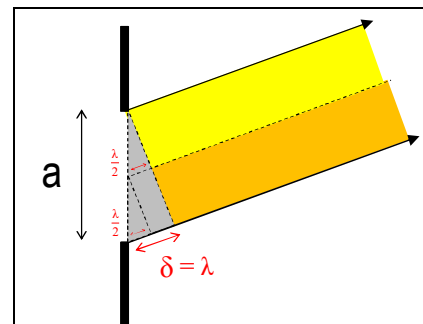


Ainsi les positions x des franges claires sont :

$$\delta = \frac{a \cdot x}{D} = (2k+1)\frac{\lambda}{2} \quad \text{et} \quad x = (k + \frac{1}{2})\frac{\lambda D}{a} \quad \text{avec } k \in \mathbb{Z}$$

Si $\delta = 2k\frac{\lambda}{2}$ (avec $k \in \mathbb{Z}$) , il y a **obscurité** sur l'écran.

Tous les rayons lumineux à l'intérieur du faisceau interfèrent de manière destructive. En effet, pour chaque rayon à l'intérieur du faisceau, il y a un 2ème rayon qui a une différence de marche $\lambda/2$ et qui interfère donc de manière destructive. Sur la figure ci-contre, les deux parties du faisceau



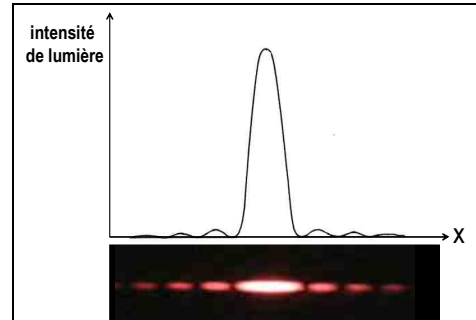
interfèrent de manière destructive sur l'écran !

Ainsi les positions x des franges sombres sont : $\delta = \frac{a \cdot x}{D} = 2k \frac{\lambda}{2}$ et $x = k \frac{\lambda D}{a}$ avec $k \in \mathbb{Z}$

Observation : Sur l'écran, apparaît une figure de diffraction où l'intensité de la lumière est maximale pour la frange centrale.

La distance séparant deux maxima (franges claires) successifs respectivement deux minima (franges sombres) et appelée interfrange i vaut donc :

$$i = \frac{\lambda D}{a}$$



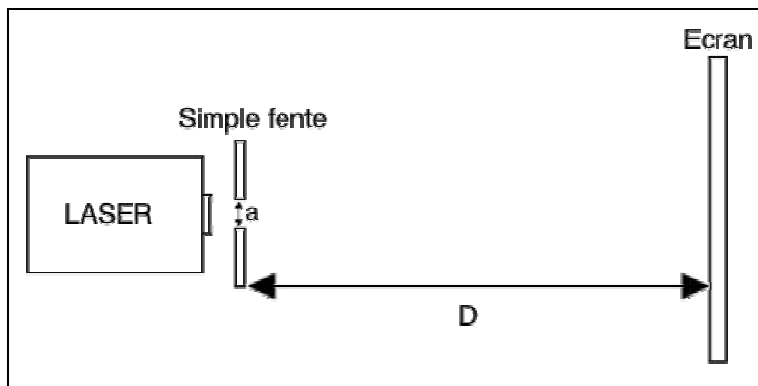
But de l'expérience 1

Il s'agit de déterminer la longueur d'onde λ du faisceau laser utilisé à partir des figures de diffraction avec une fente.

Matériel expérimental :

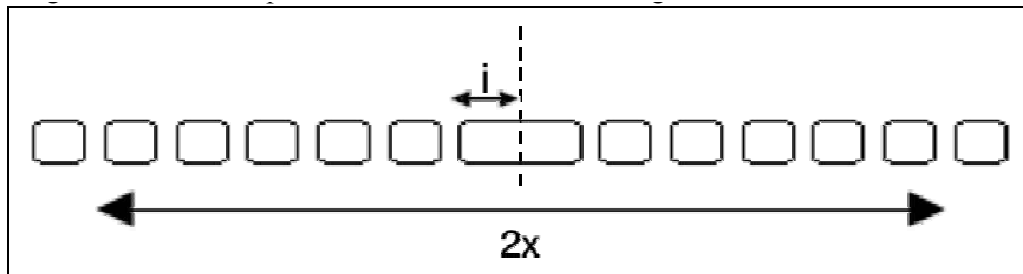
Vous disposez du matériel suivant : laser HeNe, six fentes de largeurs différentes (0,10 mm ; 0,12 mm ; 0,20 mm ; 0,24 mm ; 0,40 mm et 0,48 mm), mètre à ruban, écran, pied-à-coulisse et logiciel EXCEL.

Protocole expérimental :



Placer les différents éléments, comme indiqué sur la figure ci-dessous. Choisir la fente la plus étroite pour commencer l'expérience.

- Choisir une distance D suffisamment grande entre l'écran et la fente de largeur a afin d'obtenir une figure de diffraction bien visible ! (environ 3m)
- Déterminer la demi-largeur i de la frange centrale et minimisez les erreurs de mesure en suivant les étapes suivantes :
 - Mesurer la distance totale $2x$ entre deux franges sombres éloignées de la frange centrale. Plus la distance $2x$ est grande plus l'erreur de mesure est petite.
 - Compter le nombre N de franges dans l'intervalle $2x$. La frange centrale compte pour 2 franges lumineuses de part et d'autre du centre de l'image de diffraction.



- Noter les mesures dans le tableau ci-dessous et dans *EXCEL*. Répéter ensuite l'expérience pour les deux autres fentes.

a en mm	D en mm	2x en mm	N	i en mm

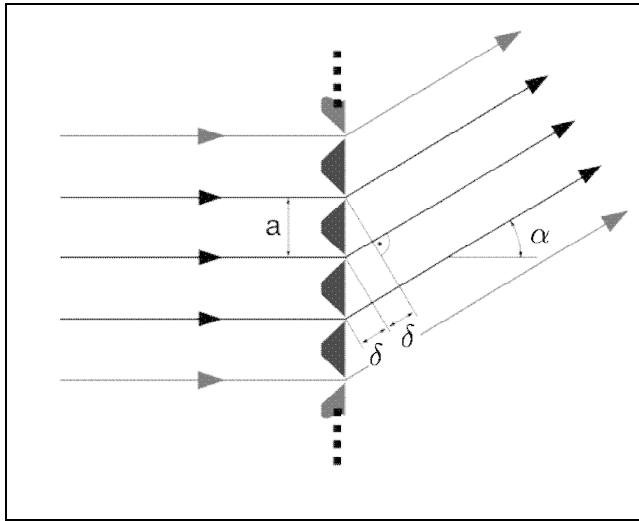
- Représenter i en fonction de l'inverse de a et faire un calcul de régression linéaire pour montrer que i est proportionnel à l'inverse de a (pour D et λ constant).
A cet effet, déterminer l'ordonnée a l'origine b ainsi que son incertitude absolue Δb et son incertitude relative en %.
- Déterminer la pente p de la droite de régression ainsi que son incertitude absolue Δp et son incertitude relative en %.
À l'aide de la pente, déterminer la longueur d'onde λ de la lumière émise par le laser (avec incertitude relative et incertitude absolu.
(L'incertitude relative sur λ est égale à la somme de l'incertitude relative sur la pente p et de l'incertitude relative sur la distance D .)
- Comparer ceci à la valeur théorique : $\lambda_{\text{He-Ne}} = 632,8 \text{ nm}$
- Formuler une conclusion.

Expérience 2 : Interférence à l'aide d'un réseau de diffraction optique

Maintenant on réalise une décomposition de la lumière blanche par un réseau optique.

Le dispositif comprend une lampe munie d'un condenseur (dont le filament est initialement visible sur l'écran), un réseau de diffraction optique et un écran d'observation.

Un réseau de diffraction optique est constitué d'une multitude de fentes « juxtaposées » (dans votre cas 300 fentes/mm).



Décrire les couleurs obtenues et expliquer la décomposition de la lumière blanche.

Expliquer en vous basant sur l'expression de l'interfrange quelle couleur du spectre observé possède la longueur d'onde la plus élevée respectivement la plus petite.

<http://vlex.physik.uni-oldenburg.de/48620.html>

