

Objectif :

- déterminer la taille d'un petit objet et la longueur d'onde d'un laser à l'aide du phénomène de diffraction
- déterminer la longueur d'onde d'un laser à l'aide du phénomène d'interférence
- effectuer la somme de signaux sinusoidaux (python)

I) diffraction lumineuse**Document 1 :**

Lorsqu'une **onde rectiligne** rencontre un objet ou une ouverture de dimension 'a', elle se **propage** alors dans **toutes les directions** : ce phénomène est appelé la diffraction.

Document 2 :

Lorsqu'on éclaire avec un laser un fil de diamètre a, la relation entre la largeur 'a', la longueur d'onde λ de la radiation monochromatique produite par le laser et l'écart angulaire θ vaut :

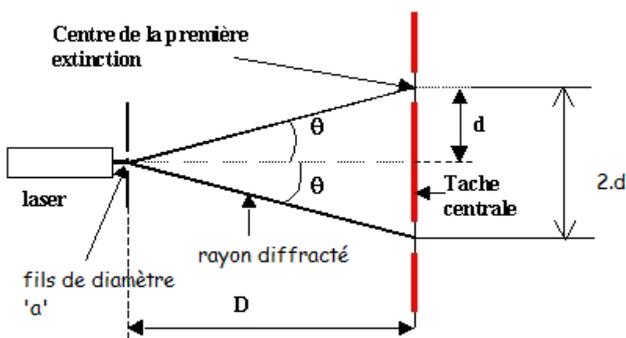
$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

avec :

θ , angle exprimé en radian, entre l'axe du laser et la droite reliant le fil du centre de la première extinction.

document 3

Pour des angles faibles, $\tan(\theta) \approx \theta$ avec θ exprimé en radian (rad)



Q1 : Pour des angles θ (rad) faibles, $\tan \theta \approx \theta$
Démontrer que l'angle θ vaut:

$$\theta = \frac{d}{D}$$

d : distance entre l'axe du laser et la moitié de la première extinction

D : distance entre le fil et l'écran.

Q2 :

Matériel disponible :

- un laser produisant une radiation monochromatique de longueur d'onde λ à déterminer
- une série de fil de diamètre a tel que :

a (μm)	40	50	80	100	120	150
---------------------	----	----	----	-----	-----	-----

Elaborer un protocole permettant de déterminer la longueur d'onde λ du laser puis le diamètre 'a' de votre cheveu.

Coup de pouce :

- tracer une courbe d'étalonnage
- la distance D entre les fils et l'écran sera réglée à $D = 3,00 \text{ m}$; la distance entre le laser et

Appel 1 (appeler le professeur pour vérification)**II) phénomène d'interférences (à faire à la maison)****Document 1**

Lorsque 2 ou plusieurs sources d'onde se rencontrent en un point du milieu M de propagation, on observe, sous certaines conditions, le phénomène d'interférences.

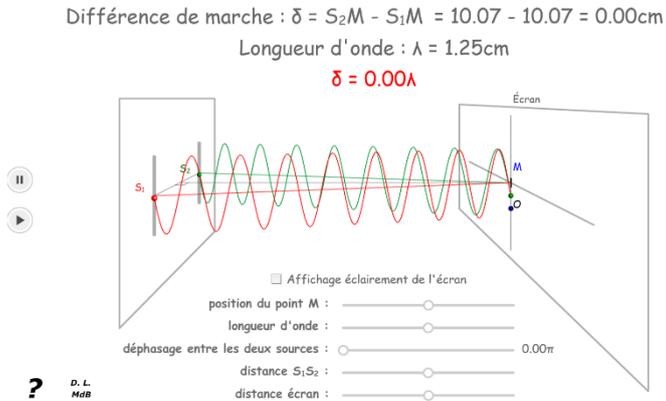
Conditions pour obtenir des interférences :

- ondes synchrones, c'est-à-dire qu'elles ont la même fréquence
- ondes cohérentes, c'est-à-dire que leur

déphasage initial $\varphi_1 - \varphi_2$ (aux points origines de leur propagation) est constant au cours du temps

Clique sur l'animation [somme de 2 sources cohérentes](#).

Interférences constructives et destructives



Cliquer sur l'option affichage éclaircissement de l'écran puis sur le point d'interrogation pour comprendre l'animation.

L'expression du signal S_1 au cours du temps est :

$$y_1(t) = Y_1 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_1} \cdot t + \varphi_1\right)$$

où

$$y_1(t) = Y_1 \cdot \cos(2\pi f_1 t + \varphi_1)$$

avec :

$y_1(t)$: élongation du point S_1 au cours du temps

Y_1 amplitude de vibration

T_1 (s) période de vibration

f_1 (Hz) : fréquence de vibration

φ_1 (rad) : phase à l'origine ce qui signifie 'la valeur de l'angle compris dans le cosinus à $t = 0$

L'unité de y_1 et de Y_1 dépend du type d'onde.

Dans le cas d'une onde mécanique l'unité légale est le mètre.

De la même manière l'expression du signal S_2 au cours du temps est :

$$y_2(t) = Y_2 \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T_2} \cdot t + \varphi_2\right)$$

où

$$y_2(t) = Y_2 \cdot \cos(2\pi f_2 t + \varphi_2)$$

Y_2 : _____

T_2 (s) : _____

f_2 (Hz) : _____

φ_2 (rad) : _____

Au point M, le signal $y_M(t)$ résultant de la somme des 2 signaux $y_1(t)$ et $y_2(t)$ vaut :

$$y_M(t) = y_1(t) + y_2(t)$$

$y_M(t)$, appelé parfois élongation, est représenté en bleu sur l'animation.

Q1

- Lorsque 2 ondes vibrent à la même fréquence ont dit qu'elles sont synchrones. Est-ce le cas pour S_1 et S_2 ?

- lorsque 2 ondes ont un déphasage initial $\varphi_1 - \varphi_2$ (aux points S_1 et S_2) constant on dit qu'elles sont cohérentes. Est-ce le cas ?

- lorsque le déphasage est nul entre les 2 sources secondaires ont dit que les ondes vibrent en phase. Est-ce le cas aux points S_1 et S_2 ?

- déplacer la position du point M et déterminer quand la différence de marche $\delta = S_1M - S_2M$ des 2 ondes, permet d'obtenir un maximum d'amplitude. On parle alors d'interférences constructives.

- déterminer quand la différence de marche $\delta = S_1M - S_2M$ des 2 ondes, permet d'obtenir un minimum d'amplitude. On parle alors d'interférences destructives.

Appel 2

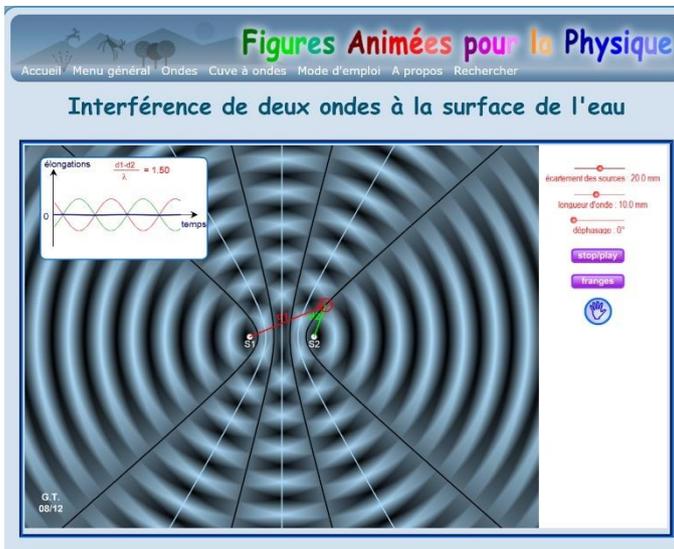
III) somme de signaux sinusoïdaux : langage python (à faire à la maison)

Ex 22 p381 physique chimie Hachette

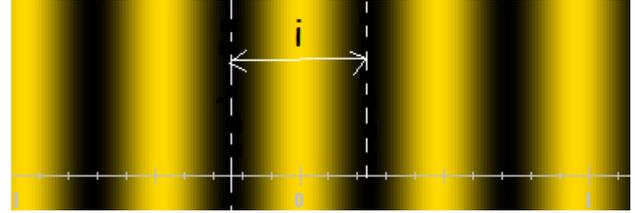
IV) Interférences destructives et constructives à la surface de l'eau (à faire à la maison)

Clique sur l'animation [interférence à la surface de l'eau](#)

Déterminer quelle relation, entre d_1 et d_2 , permet d'obtenir des interférences destructives puis constructives. On cliquera sur frange, qui permet de localiser les maximums et les minimums d'amplitude des points du milieu.

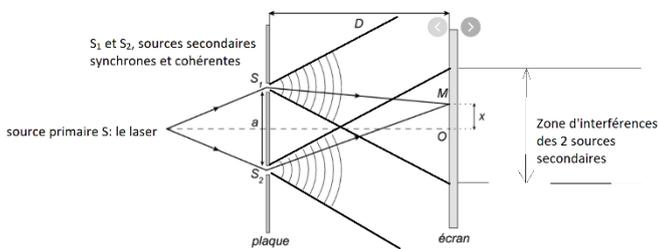


λ : longueur d'onde (m) de la radiation monochromatique
 i : interfrange, distance (m) entre 2 milieux consécutifs de franges brillantes ou de franges sombres .



V) Interférences lumineuses

V-1 Etude expérimentale



Placer le laser à dix centimètres environ du portoir sur lequel est placé les 3 fentes doubles de Young (série de 2 fentes verticales fines distantes d'une valeur 'a'). Placer un écran à une distance de $D = 2,50$ m des fentes d' Young.

:

a(mm)	?	?	?	
-------	---	---	---	--

Q1. Mettre en marche le laser. Quelle est l'allure de la figure d'interférence ? Quels phénomènes met-on ainsi en évidence ?

V-2 relation entre l'interfrange 'i' et la distance a entre les fentes

Lors des interférences lumineuses, la distance 'i' séparant deux milieux consécutifs de franges brillantes (ou de deux milieux de franges sombres) est appelée interfrange. Il est noté 'i'. La valeur de i est: $i = \frac{\lambda \cdot D}{a}$

D: distance (m) entre les sources secondaires et l'écran

a: distance(m) entre les 2 sources secondaires

Q2 Proposer un protocole permettant de calculer la longueur d'onde λ du laser utilisé.

Appel 3

Q3 L'incertitude sur la valeur de λ est donnée par la formule:

$$U(\lambda) = \lambda \cdot \sqrt{\left(\frac{U(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{U(i)}{i}\right)^2 + \left(\frac{U(D)}{D}\right)^2}$$

Calculer $U(\lambda)$ à partir des valeurs suivantes:

$a = 0,20$ mm , $U(a) = 0,01$ mm

$U(D) = ?$; $D = 2,50$ m

$i = ?$ $U(i) = 0,3$ mm

En déduire un encadrement sur la valeur de λ .

Sachant que la valeur théorique $\lambda = ?$, l'étude expérimentale est-elle satisfaisante (λ théorique compris dans l'intervalle).