

Matériel :

- une cuve à onde
- deux sources de laser monochromatique (une pour la diffraction et une pour les interférences)

Un écran; un régle;

- accès internet.

## I) le phénomène de diffraction

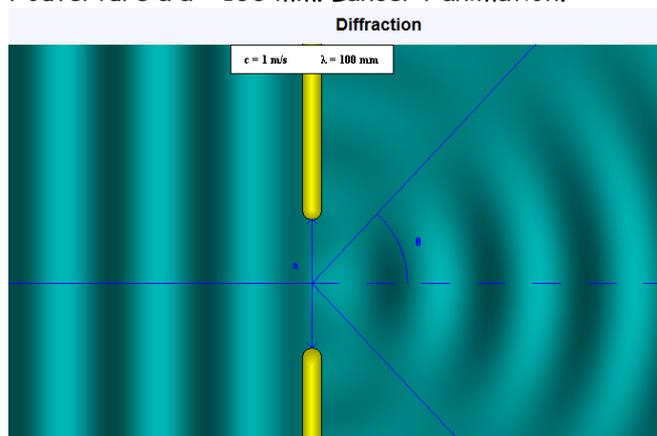
### 1) diffraction à la surface de l'eau

Montrer l'expérience avec la cuve à onde à toute la classe.

Clique sur l'animation suivante:

[diffraction des ondes à la surface de l'eau](#)

Régler la fréquence de ondes planes à  $f = 20$  Hz et l'ouverture à  $a = 100$  mm. Lancer l'animation.



Q1

- Que remarquez vous lorsque les ondes rectilignes traversent l'ouverture de largeur  $a$ ? Comment appelle-t-on ce phénomène?
- quelle est la valeur de la longueur d'onde? Calculer la valeur de la célérité  $v$  de l'onde à la surface de l'eau et la comparer à celle indiquée sur l'animation.
- quelles sont les paramètres de l'onde qui sont modifiées au cours du phénomène? Quels sont ceux qui ne sont pas modifié?

Q2 Faire varier la fréquence et la largeur de l'ouverture. Pour quelle valeur particulière de l'ouverture de largeur  $a$  observe-t-on le mieux le phénomène?

Réponse:

Q1

- Les ondes rectilignes après obstacle se propagent dans toutes les directions; elles deviennent des ondes circulaires: ce phénomène est appelé la diffraction.

- $\lambda = 50$  mm;  $c = \lambda.f = 50 \times 10^{-3} \times 20 = 1,00 \text{ m.s}^{-1}$ ; résultat similaire à celui noté sur l'animation  $c = 1 \text{ m.s}^{-1}$  (nombre de chiffres significatifs différents)
- paramètres modifiés: la direction de propagation non modifié: la fréquence la longueur d'onde, la célérité

Q2 Pour observer au mieux le phénomène de diffraction il faut que  $a = \lambda$ .

### 2) diffraction lumineuse

Réaliser le montage expérimental décrit ci-dessous : Une source laser (monochromatique) éclaire un portoir sur lequel est fixé plusieurs fils de diamètre croissant. Un écran est placé à une distance  $D = 2$  mètres des fils (mesurer sa valeur exacte). Le laser sera placé à environ **10 cm** des fils.

Q3 Observer l'image sur l'écran dans les cas suivants:

- le laser ne rencontre aucun obstacle
  - le laser rencontre le fil de plus gros diamètre
  - le laser rencontre le fil de plus petit diamètre
- Noter vos observations et vos conclusions.

Q4 Pourquoi peut-on affirmer que la lumière est une onde?

Réponse:

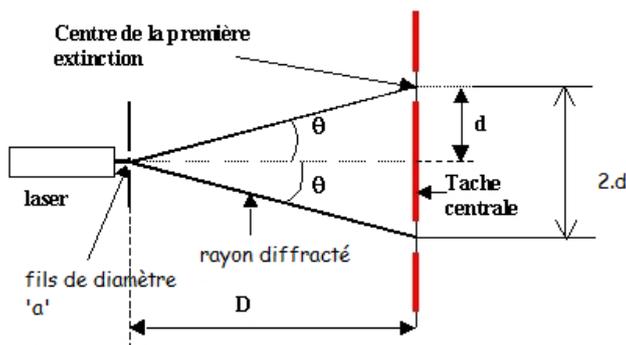
Q3 Lorsque le laser ne rencontre aucun obstacle, on observe un point sur l'écran: la lumière du laser se propage en ligne droite. Lorsqu'il rencontre un fil la lumière ne se propage plus en ligne droite mais dans toutes les directions: ce phénomène est appelé la diffraction. La figure de diffraction est composée de taches lumineuses séparées par des zones sombres. La tache centrale est 2 fois plus grande que les taches latérales. Plus la taille de l'obstacle est importante plus la taille de la tâche centrale et des taches latérales sont petites.

Q4 La lumière est une onde car, comme les ondes à la surface de l'eau, elle se diffracte.

## II) diffraction lumineuse: relation entre

$\theta, \lambda$  et  $a$

### 1) étude expérimentale



On se propose de déterminer la relation entre la largeur des fils, la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation monochromatique produite par le laser et l'écart angulaire  $\theta$ .  $\theta$  est l'angle entre l'axe du laser et la droite reliant le fil de diamètre  $a$  et centre de la première extinction. Pour des angles  $\theta$  (rad) faibles,  $\tan \theta \approx \theta$

**Q1** Démontrer que l'angle  $\theta$  vaut:

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

**Q2** Mesurer pour chaque fil de diamètre ' $a$ ' la distance  $2.d$  (voir figure ci dessus) Les diamètres des fils sont indiqués sur le tableau ci dessous.

Compléter alors le tableau de mesures ci-dessous (à reproduire sur votre feuille) :

$a$ ( $\mu\text{m}$ )	40	50	80	100	120	150
$1/a(\text{m}^{-1})$						
$d(\text{m})$						
$\theta$ (rad) = $d/D$						

**Q3** Tracer sur excel la courbe  $\theta = f(1/a)$ . Si la courbe est une droite, calculer son coefficient directeur. Comparer ce coefficient avec la longueur d'onde du laser  $\lambda = 633 \text{ nm}$ . En déduire une relation entre  $\theta$ ,  $\lambda$  et  $1/a$ .

**Q4** Proposer une méthode pour déterminer expérimentalement le diamètre de votre cheveu. Réaliser l'expérience.

## III) phénomène d'interférences

### 1) étude expérimentale

Envoyer le faisceau laser sur un ensemble de 2 fentes verticales fines et rapprochées (appelées fentes de Young). Placer un écran à une distance de 2 mètres des fentes de Young.

**Q1.** Qu'observe-t-on sur l'écran ? Quels phénomènes met-on ainsi en évidence ?

**Réponse:** on observe une série de zones claires et sombres également espacées, ce phénomène est appelé le phénomène d'interférence. La lumière ne se

propage plus en ligne droite après les fentes de Young: phénomène de diffraction.

### 2) l'interfrange 'i'

La distance séparant deux franges sombres ou deux franges brillantes consécutives est appelée « interfrange ». L'interfrange est notée  $i$ . Cliquer sur l'animation  $i$ .

**3.** Comment varie  $i$  en fonction de la distance  $D$  entre les fentes et l'écran ?

$i$  augmente quand on augmente  $D$

**4.** Comment varie  $i$  en fonction de la distance  $a$  entre les deux fentes ?

$i$  augmente quand on diminue  $a$

**5.** En déduire, parmi les formules proposées, celle correspondant à l'expression de l'interfrange.

a/  $i = \lambda \times a \times D$       b/  $i = \lambda \times \frac{D}{a}$

c/  $i = \lambda \times \frac{a}{D}$       d/  $i = \frac{\lambda}{D \times a}$

c'est  $i = \lambda \times \frac{D}{a}$  (raisonner en termes de

proportionnels et inversement proportionnel)

Deux versions pour cette question : soit « guidée » :

**6.a/** Choisir une valeur de  $D$  fixée. Compléter le tableau suivant :

$i$ en m					
$a$ en m					

**b/** Tracer  $i = f(a)$ . Trouver l'équation de la courbe obtenue

**c/** Utiliser la réponse obtenue question 5. pour trouver la valeur de  $\lambda$ .

**d/** Comparer à la valeur indiquée sur le laser.

Soit en laissant davantage les élèves établir le protocole:

**6.** Choisir une valeur de  $D$  fixée. Proposer alors un protocole permettant, à partir de la formule du 5., de vérifier expérimentalement la valeur de  $\lambda$ .

### Programme officiel

Observer: ondes et matière

Les ondes et les particules sont supports d'informations.

Comment les détecte-t-on ? Quelles sont les caractéristiques et les propriétés des ondes ?

Comment réaliser et exploiter des spectres pour identifier des atomes et des molécules ?

notions et contenus	compétences exigibles
---------------------	-----------------------

<p>Caractéristiques des ondes Ondes progressives. Grandeurs physiques associées. Retard.</p>	<p>Définir une onde progressive à une dimension. Connaître et exploiter la relation entre retard, distance et vitesse de propagation (célérité). Pratiquer une démarche expérimentale visant à étudier qualitativement et quantitativement un phénomène de propagation d'une onde.</p>
<p>Ondes progressives périodiques, ondes sinusoïdales.</p>	<p>Définir, pour une onde progressive sinusoïdale, la période, la fréquence et la longueur d'onde. Connaître et exploiter la relation entre la période ou la fréquence, la longueur d'onde et la célérité. Pratiquer une démarche expérimentale pour déterminer la période, la fréquence, la longueur d'onde et la célérité d'une onde progressive sinusoïdale.</p>