

***Les examens nationaux
Deuxième année baccalauréat
Sciences expérimentale :
Matière : physique-chimie***

--- Les ondes ---

- Exercice 1 (PC-SR--2008) : Mesure du diamètre d'un fil :
- Exercice 2 (PC-SR- 2009) : Etude des ondes à la surface de l'eau :
- Exercice 3 (PC- SR - 2010) : Etude de la propagation des ondes lumineuse dans une fibre optique
- Exercice 4 (PC-SR- 2011) : Détermination de la célérité de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air et
Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole.
- Exercice 5 (PC-SR-2012) : Étude du phénomène de diffraction de la lumière
- Exercice 6 (PC-SN-2013) : Exploitation de la diffraction de la lumière pour déterminer le diamètre d'un cheveu.
- Exercice 7 (PC-SN-2014) : Etude de la propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau.
- Exercice 8 (PC-SN-2015) : Propagation des ondes lumineuses dans un milieu transparent ;
- Exercice 9 (PC-SR-2015) : Déterminer la célérité de propagation d'une onde le long d'une corde :
- Exercice 10 (PC-SN-2017) : Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau.
- Exercice 11 (PC-SR-2017) : Diffraction d'une onde lumineuse :
- Exercice 12 (PC-SN-2018) : Détermination de la célérité d'une onde ultrasonore dans un liquide
- Exercice 13 (PC-SN-2019) : Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau
- Exercice 14 (PC-SR-2019) : Etude de la diffraction de la lumière
- Exercice 15 (PC-SN-2020) : Propagation des ondes
- Exercice 16 (PC-SR-2020) : Les ultrasons au service de la médecine
- Exercice 17 (PC-SN-2020) : Propagation des ondes lumineuses.
- Exercice 18 (PC-SR-2021) : Les ondes sonores
- Exercice 19 (PC-SN-2022) : Propagation des ondes sonores dans l'air.
- Exercice 20 (PC-SR-2022) : Propagation d'une onde mécanique
- Exercice 21 (PC-SR-2023) : Ondes lumineuses
- Exercice 22 (PC-SN-2024) : Propagation d'un signal à la surface de l'eau
- Exercice 23 (PC-SR-2024) : Propagation d'une onde mécanique

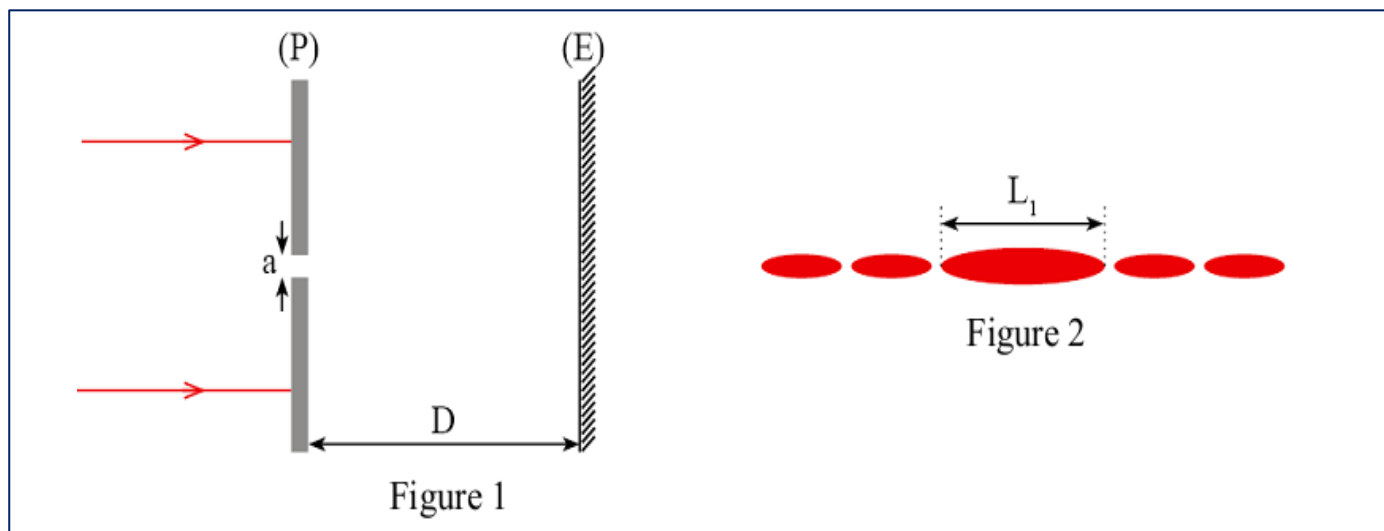
Exercice 1: Mesure du diamètre d'un fil : (PC-SR--2008)

Les rayons lasers sont utilisés dans plusieurs domaines, grâce à leurs propriétés optiques et énergétiques. Parmi ces utilisations, on cite la détermination des dimensions microscopiques de quelques corps.

Pour mesurer le diamètre d'un fil fin, on réalise les deux expériences suivantes :

1. Expérience 1 :

On éclaire une plaque (P) contenant une fente de largeur a_1 , avec une lumière monochromatique de longueur d'onde λ issue d'une source laser. On observe sur un écran E placé à une distance $D = 1,6 \text{ m}$ de la fente (figure 1), un ensemble de taches lumineuses dont la largeur de la tache centrale est $L_1 = 4,8 \text{ cm}$ (figure 2).

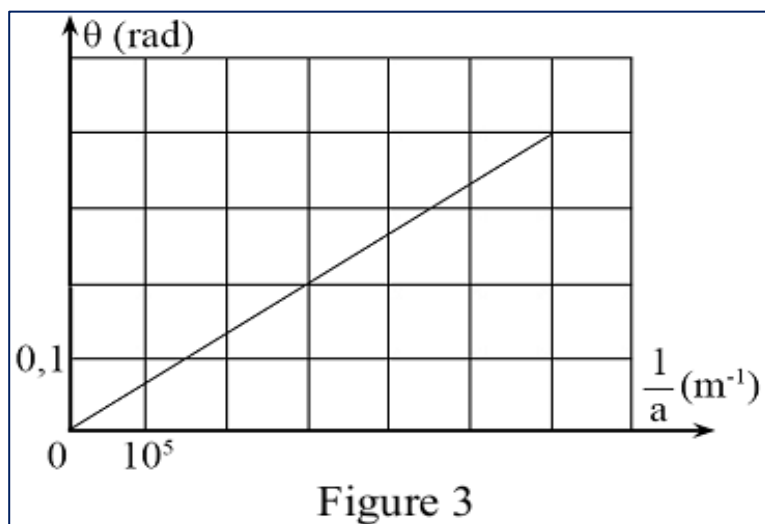


- 1.1. Recopier la figure 1, et représenter les rayons lumineux après la traversée de la fente. Donner le nom du phénomène illustré par la figure 2 sur l'écran E.
- 1.2. Quel est la condition que doit satisfaire la largeur a de la fente pour que ce phénomène se produise ?
- 1.3. Ecrire l'expression de l'écart angulaire θ entre le milieu de la tache centrale et le milieu de la première extinction en fonction de L_1 et D .
- 1.4. La courbe de la figure 3 , représente les variations de θ en fonction de $\frac{1}{a}$.
 - 1.4.1. Comment varie la largeur de la frange centrale avec a ?
 - 1.4.2. Déterminer graphiquement λ et calculer a_1 .

2. Expérience 2 :

On remplace la plaque (P) par un fil fin de diamètre d , qu'on fixe à la même distance D de l'écran. On obtient une figure semblable à la figure 2, mais dont la largeur de la tache centrale est $L_2 = 2,5 \text{ cm}$.

- Calculer d .

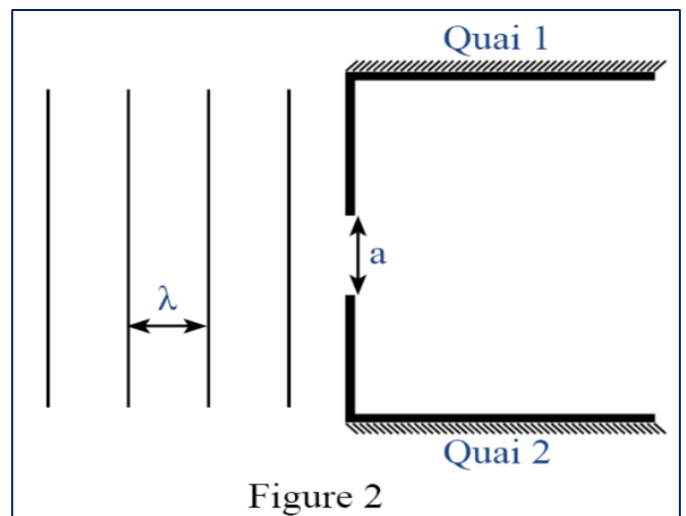
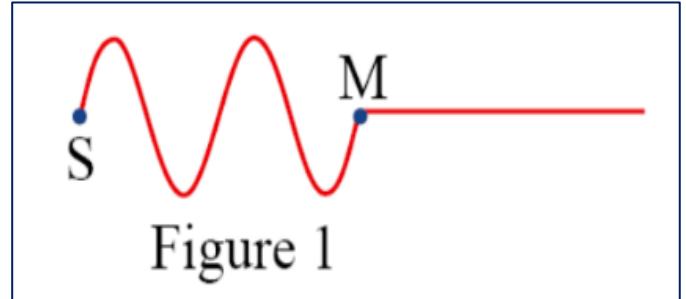


Exercice 2 : Etude des ondes à la surface de l'eau : (PC-SR- 2009)

Les vents créent aux larges des océans des vagues qui se propagent vers les côtes. Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement de ces vagues.

On considère que les ondes se propageant à la surface des eaux des mers sont progressives et sinusoïdales de période $T = 7 \text{ s}$.

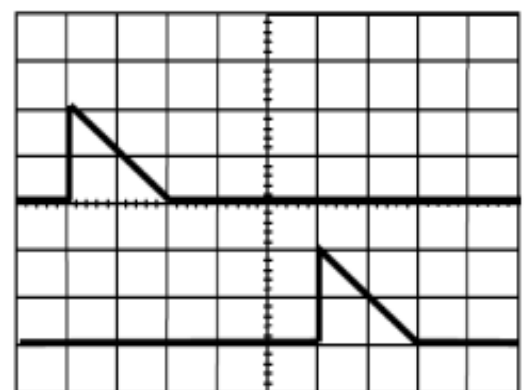
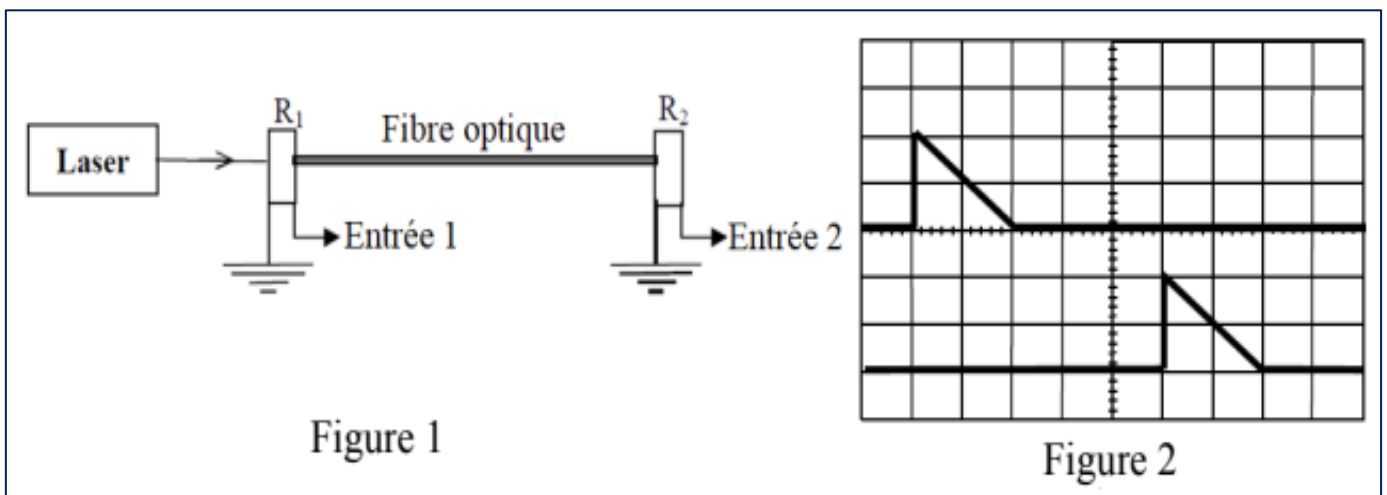
1. L'onde étudiée est-elle longitudinale ou transversale ? Justifier.
2. Calculer V la vitesse de propagation de ces ondes, sachant que la distance séparant deux crêtes consécutives est $d = 70 \text{ m}$.
3. La figure 1 modélise une coupe verticale de l'aspect de la surface de l'eau à un instant t . On néglige le phénomène de dispersion, et on considère S comme source de l'onde et M son front loin de S de la distance SM .
 - 3.1. A l'aide de la figure 1, écrire l'expression du retard temporel τ du mouvement de M par rapport à S en fonction de la longueur d'onde λ . Calculer la valeur de τ .
 - 3.2. Préciser, en justifiant, le sens du mouvement de M à l'instant où l'onde l'atteint.
4. Les ondes arrivent à un portail de largeur $a = 60 \text{ m}$ situé entre deux quais d'un port (Figure 2). Recopier le schéma de la figure 2, et représenter dessus les ondes après la traversée du portail, et donner le nom du phénomène observé.



Exercice 3 : Etude de la propagation des ondes lumineuse dans une fibre optique (PC- SR - 2010)

Les fibres optiques permettent la transmission d'informations numériques avec des vitesses très grandes et à haut débits en comparaison avec d'autres milieux.

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sur la figure 1, où les récepteurs R_1 et R_2 permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme indiqué sur la figure 2.



On donne :

- Sensibilité horizontale : $S_h = 0,2 \text{ } \mu\text{s/div}$;
- Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $C = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
- Sur l'étiquette du laser on lit, la longueur d'onde dans le vide : $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$

Pour déterminer la vitesse d'une onde lumineuse dans une fibre optique de longueur $L = 200 \text{ m}$, on a réalisé le montage de la figure 1, où R_1 et R_2 des capteurs permettant de transformer le signal lumineux en signal électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope (Figure 1)

1. Par exploitation de la figure 2:

- 1.1. Déterminer le retard temporel τ enregistré entre R_1 et R_2 .
- 1.2. Calculer la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique.
- 1.3. Dédire la valeur de l'indice de réfraction n de la matière constituant le cœur de la fibre optique.
- 1.4. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ à l'intérieur du cœur de la fibre optique.
- 1.5. Le cœur de la fibre optique est un milieu transparent dont l'indice de réfraction varie avec la longueur de l'onde incidente selon la loi : $n = 1,484 + \frac{5,6.10^{-15}}{\lambda^2}$

2. On remplace la source lumineuse par une autre source monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda'_0 = 400 \text{ nm}$, sans aucune modification dans le dispositif expérimental précédent. Trouver la valeur du retard temporel τ' observé sur l'écran de l'oscilloscope.

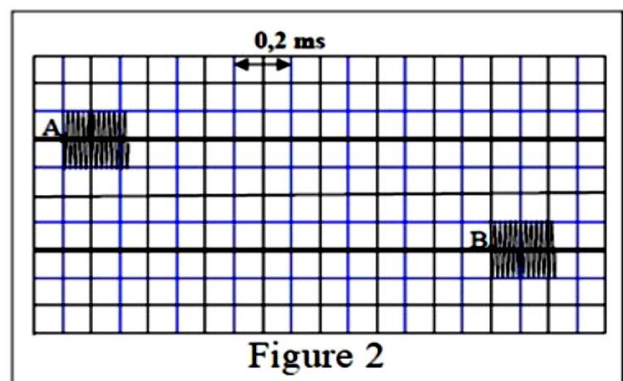
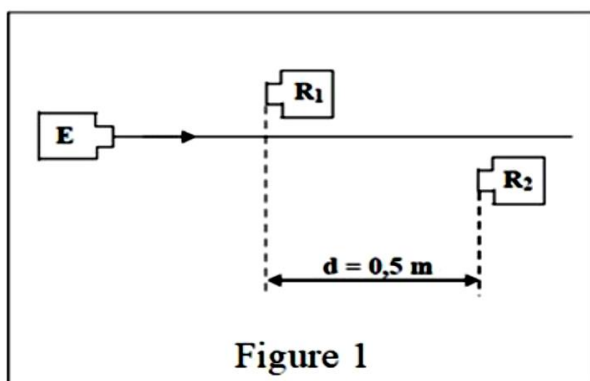
Exercice 4 : Détermination de la célérité de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air et Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole. (PC-SR- 2011)

L'échographie utilisant les ondes ultrasonores est une méthode de détermination des épaisseurs des nappes souterraines. Cet exercice vise à déterminer, la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans l'air, ainsi que l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole.

1. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'air :

On place sur un banc rectiligne un émetteur E d'ondes ultrasonores, et deux récepteurs R_1 et R_2 distants de $d = 0,5 \text{ m}$ (Figure 1).

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope, aux entrées Y_1 et Y_2 , les signaux reçus par les deux récepteurs, On obtient l'oscillogramme représenté sur la figure (2). A représente le début du signal reçu par R_1 , et B le début de celui reçu par R_2 .



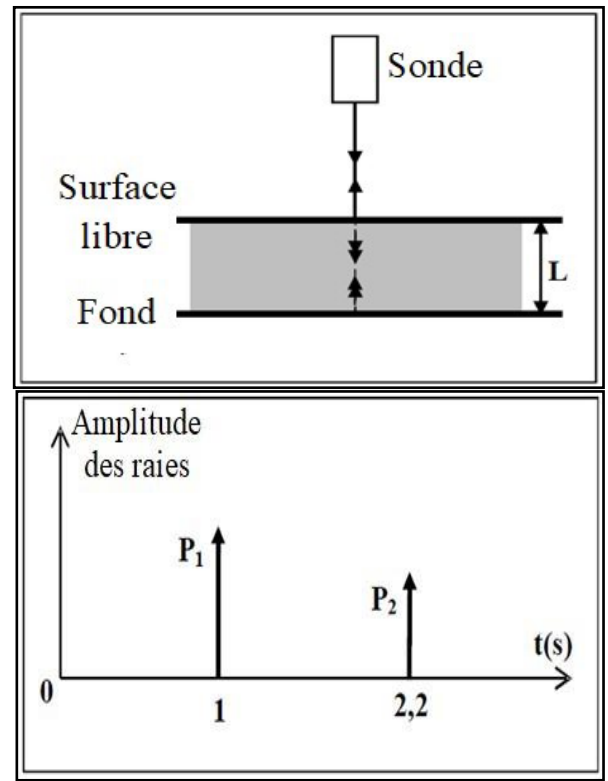
- 1.1. Déterminer à partir de l'oscillogramme de la figure (2), le retard horaire τ entre les deux signaux reçus par les deux récepteurs R_1 et R_2 .
- 1.2. Calculer v_{air} la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air.
- 1.3. Écrire l'expression de l'élongation $y_B(t)$ du point B à l'instant t , en fonction de l'élongation du point A .

2. Détermination de l'épaisseur d'une nappe souterraine de pétrole :

Pour déterminer l'épaisseur L d'une nappe souterraine de pétrole, un ingénieur utilise la sonde d'un appareil d'échographie.

La sonde envoie, perpendiculairement à la surface libre de la couche de pétrole, à l'instant $t_0 = 0$, un signal ultrasonore de très courte durée. Une partie du signal se réfléchit sur cette surface, tandis que l'autre partie continue la propagation dans la couche de pétrole pour se réfléchir une deuxième fois sur son fond, et revenir vers la sonde, pour être transformée à nouveau en un signal de très courte durée aussi (Figure 3).

À l'instant t_1 , la sonde révèle la raie P_1 correspondante à l'onde réfléchie sur la surface libre de la couche de pétrole, et à l'instant t_2 elle révèle la raie P_2 correspondante à l'onde réfléchie sur le fond de la couche du pétrole (Figure 3).



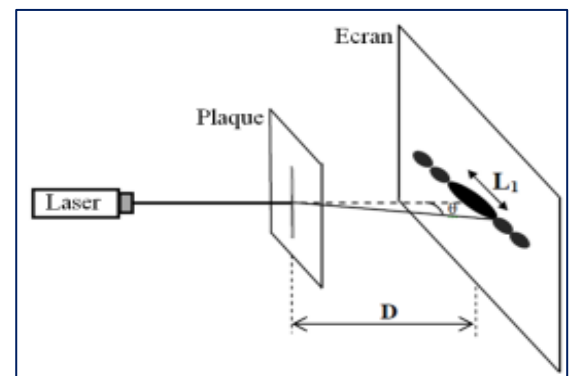
- Déterminer l'épaisseur L de la couche de pétrole, sachant que la célérité de propagation des ondes ultrasonores dans le pétrole brut est : $v_p = 1,3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Exercice 5 : Étude du phénomène de diffraction de la lumière (PC-SR-2012)

Les rayons lasers sont utilisés dans plusieurs domaines tels que la métallurgie, l'ophtalmologie et opérations chirurgicales ... Ils sont aussi utilisés pour la détermination des dimensions microscopiques de quelques corps.

Cet exercice vise la détermination de la longueur d'onde d'une onde électromagnétique, et la détermination du diamètre d'un fil fin métallique en exploitant le phénomène de diffraction.

On envoie, à l'aide d'une source laser, un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ , sur une plaque contenant $a = 0,06 \text{ mm}$, on observe un phénomène de diffraction sur un écran vertical situé à une distance $D = 1,5 \text{ m}$ de la plaque. La mesure de la longueur de la frange centrale donne $L_1 = 3,5 \text{ cm}$. (Figure ci-contre)



Quelle est la condition que doit satisfaire la largeur a de la fente pour que le phénomène de diffraction se produise ?

Quelle est la nature de la lumière mise en évidence par cette expérience ?

Exprimer λ en fonction de L_1 , D et a . Calculer sa valeur. (On considère $\tan \theta \approx \theta$ pour les petits angles)

On remplace la plaque (P) par un fil fin de diamètre d , qu'on fixe à la même place de la plaque. On visualise sur l'écran des franges brillantes comme les précédentes, mais dont la largeur de la tâche centrale est $L_1 = 2,8 \text{ cm}$. Calculer d .

Exercice 6 : Exploitation de la diffraction de la lumière pour déterminer le diamètre d'un cheveu. (PC-SN-2013)

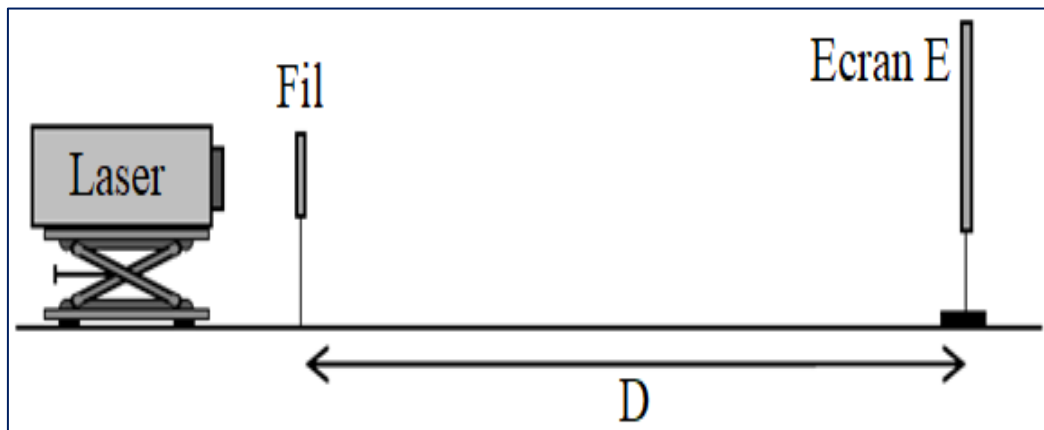
Al hassan ibn al haytam (354-430 de l'hégire), est considéré comme l'un des grands initiateurs de l'optique moderne, son ouvrage « Traité d'optique » est une référence essentielle dans ce domaine, et qui a été traduit qu latin plus de cinq fois. Aucun autre savant considérable dans ce domaine n'a apparu après ibn al haytam, jusqu'au XVII^{ème} siècle grégorien, où apparaissent les deux savants ; Isaac Newton avec sa théorie corpusculaire de la lumière, et le physicien astronaute hollandais Cristian Huygens avec sa théorie ondulatoire.

Le but de cet exercice est l'étude de quelques propriétés de la lumière, et son exploitation pour déterminer le diamètre d'un cheveu.

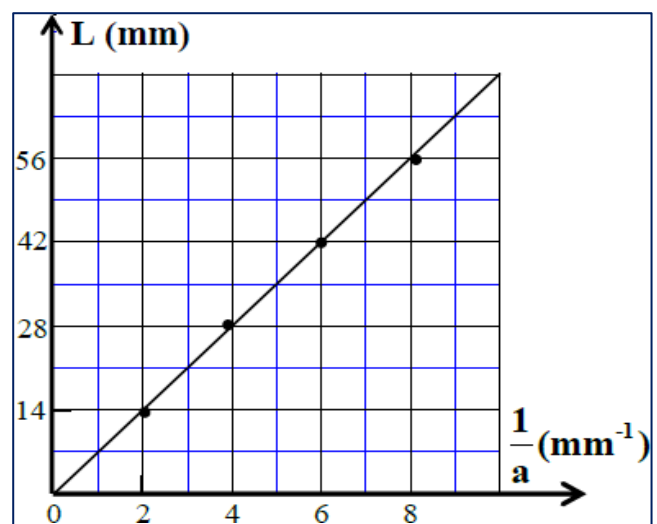
Données :

- Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$

On réalise l'expérience de la diffraction de la lumière à d'une source laser monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ . On fixe à quelques centimètres de cette source un fil fin de diamètre a une distance $D = 5,54 \text{ m}$, un écran E (Figure1).



- On éclaire le fil par la source laser, on observe sur l'écran des taches de diffraction. On désignera la largeur de la tache centrale par L .
 - Quelles est la nature de la lumière mise en évidence par le phénomène de diffraction ?
 - Exprimer la longueur d'onde λ , en fonction de D , L et a , sachant que l'expression de l'écart angulaire entre le milieu de la tache centrale et l'un de ses extrémités est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$. (On considère θ petit)
 - On mesure la longueur L de la frange centrale pour différents fils fins. Les résultats obtenus permettent de tracer la courbe de la figure 2, qui représente les variations de L en fonction de $\frac{1}{a}$.
 - Par exploitation de cette courbe, déterminer la longueur d'onde λ .
 - Calculer, en eV, l'énergie E du photon correspondant à cette onde lumineuse.
- On refait la même expérience en fixant un cheveu exactement à la place du fil. La mesure de la largeur de la tache centrale donne : $L' = 42 \text{ mm}$. Déterminer, à l'aide de la courbe, le diamètre d du cheveu.

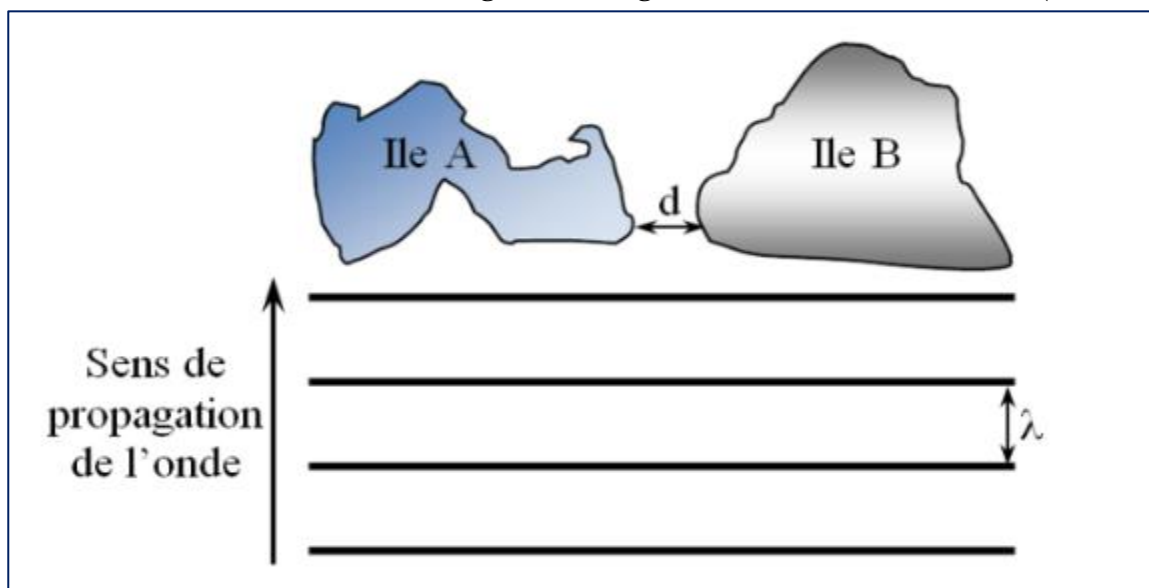


Exercice 7 : Etude de la propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau. (PC-SN-2014)

Généralement les séismes des fonds des océans, causent des événements naturels appelés tsunami, se présentant sous forme de vagues qui se propagent aux surfaces des eaux, et arrivent aux côtes avec des hautes énergies destructives.

On modélise un tsunami par une onde mécanique progressive périodique, se propageant à la surface de l'eau avec une vitesse \mathbf{v} variant avec la profondeur \mathbf{h} de l'océan selon la relation $\mathbf{v} = \sqrt{\mathbf{g} \cdot \mathbf{h}}$, dans le cas des petites profondeurs comparées à la longueur d'onde ($\lambda \gg \mathbf{h}$) où: λ est la longueur d'onde et \mathbf{g} l'intensité de pesanteur.

- On donne: $\mathbf{g} = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 - On étudiera la propagation d'un tsunami dans une région de l'océan de profondeur supposée constante: $\mathbf{h} = 6000 \text{ m}$
1. Justifier que les ondes se propageant à la surface de l'océan sont transversales.
 2. Calculer la vitesse de propagation des ondes dans cette région de l'océan.
 3. Sachant que la durée séparant deux crêtes consécutives est $\lambda = 18 \text{ min}$. déterminer la valeur de la longueur d'onde λ .
 4. Dans le cas ($\lambda \gg \mathbf{h}$), la fréquence des ondes tsunami reste constante lors de sa propagation vers la côte. Comment varie la longueur d'onde λ en s'approchant de la côte? Justifier.
 5. L'onde tsunami passe entre deux îles **A** et **B** séparées par un détroit de largeur $d = 100 \text{ km}$. On suppose que la profondeur de l'océan aux voisinages des deux îles reste constante, et que l'onde tsunami incidente est rectiligne de longueur d'onde $\lambda = 120 \text{ Km}$. (Voir la figure)

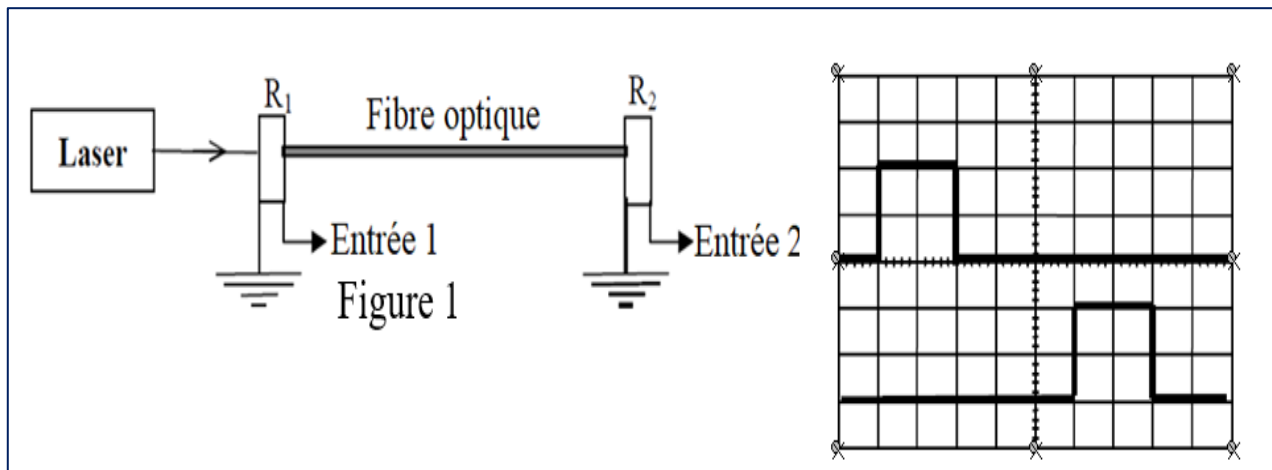


- 5.1. La condition pour que l'onde soit diffractée à la traversée du détroit, est-elle réalisée. Justifier.
- 5.2. Dans le cas où se produit une diffraction:
 - Donner, en justifiant, λ_{dif} la longueur d'onde de l'onde diffractée.
 - Calculer l'angle de diffraction θ .

Exercice 8 : Propagation des ondes lumineuses dans un milieu transparent ; (PC-SN-2015)

Les fibres optiques permettent la transmission d'informations numériques avec des vitesses très grandes et à haut débits en comparaison avec d'autres milieux.

Pour déterminer l'indice de réfraction du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique, on a réalisé un dispositif expérimental représenté sur la figure 1, où les récepteurs R_1 et R_2 permettent de transformer l'onde lumineuse monochromatique issue de la source laser, en tension électrique qu'on affiche sur l'écran d'un oscilloscope comme



indiqué sur la figure 2. On donne :

- Sensibilité horizontale : $S_h = 0,2 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$;
- Célérité de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$

1- Le retard temporel τ enregistré entre R_1 et R_2 est :

- $\tau = 0,6 \mu\text{s}$ ■ $\tau = 1,0 \mu\text{s}$ ■ $\tau = 1,4 \mu\text{s}$ ■ $\tau = 1,0 \text{ms}$

2- Sachant que la célérité de propagation de l'onde lumineuse à l'intérieur du cœur de la fibre optique est $v = 1,87 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, l'indice de réfraction n du milieu transparent constituant le cœur d'une fibre optique est :

- $n = 0,63$ ■ $n = 1,5$ ■ $n = 1,6$ ■ $n = 1,7$

3- Sachant que la longueur d'onde de l'onde lumineuse issue du laser est : $\lambda = 530 \text{ nm}$, l'énergie d'un photon dans cette radiation (en J) est :

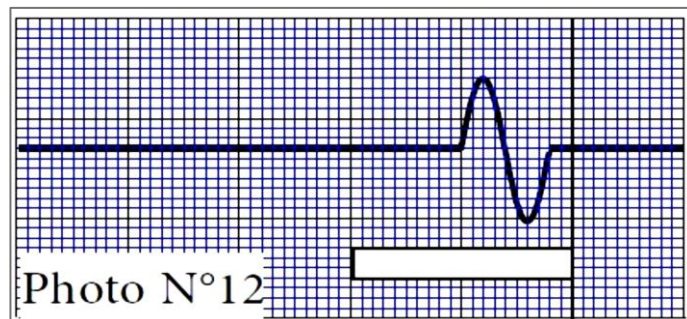
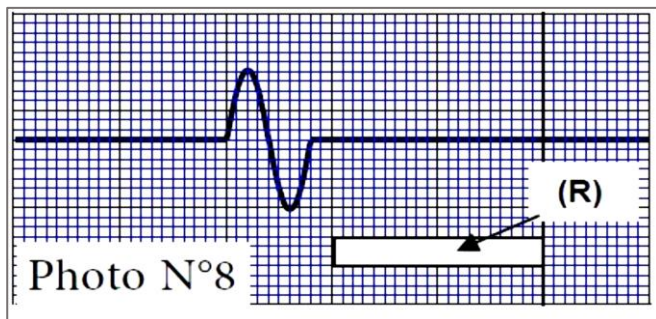
- $E \approx 1,17 \cdot 10^{-48}$ ■ $E \approx 3,75 \cdot 10^{-19}$ ■ $E \approx 35,7 \cdot 10^{-19}$ ■ $E \approx 3,75 \cdot 10^{-28}$

Exercice 9 : Déterminer la célérité de propagation d'une onde le long d'une corde : (PC-SR-2015)

Recopier sur la copie, le numéro de la question et écrire à côté la réponse juste, parmi les quatre réponses proposées, sans aucune justification.

Pour déterminer la célérité de propagation d'une onde le long d'une corde, le professeur de physique demande à l'un des élèves de produire un ébranlement à l'une des extrémités d'une corde horizontale, et en même temps, il demande à une élève de filmer la séquence à l'aide d'une caméra numérique réglée sur la prise de 25 images par seconde.

Une règle blanche (R) de longueur 1 m, a été placée au voisinage de la corde comme échelle de mesure. Après traitement informatique avec un logiciel convenable, le professeur choisit parmi les photos obtenues, les photos N° 8 et N° 12 (Figure ci-dessus), pour les étudier et les exploiter.



- 1- La durée Δt séparant la prise des deux photos N° 8 et N°12 de l'onde est :
 - $\Delta t = 0,12s$
 - $\Delta t = 0,16s$
 - $\Delta t = 0,20s$
 - $\Delta t = 0,24s$
- 2- La distance d parcourue par l'onde pendant la durée Δt est :
 - $d = 2cm$
 - $d = 0.50m$
 - $d = 1,00m$
 - $d = 1.50m$
- 3- La célérité de propagation de l'onde le long de la corde est :
 - $v = 5,10m.s^{-1}$
 - $v = 6,25m.s^{-1}$
 - $v = 7,30m.s^{-1}$
 - $v = 10,50 m.s^{-1}$

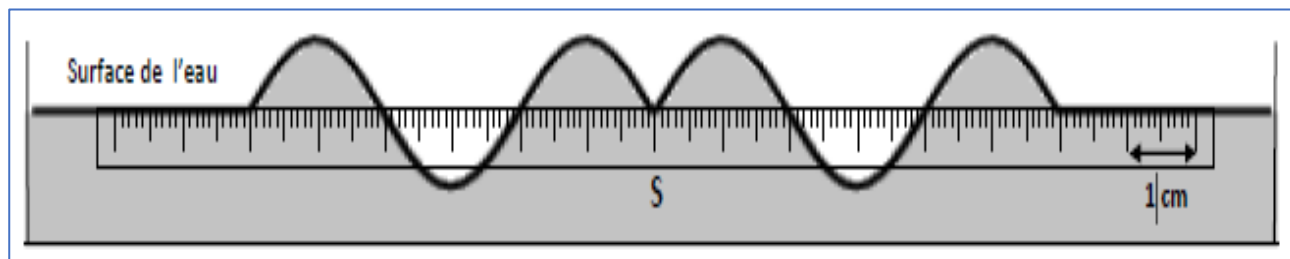
Exercice 10 : Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau. (PC-SN-2017)

Recopier le numéro de la question et écrire à côté, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans aucune justification ni explication.

Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau :

On crée, à l'instant $t = 0$, en un point **S** de la surface de l'eau, une onde mécanique progressive sinusoïdale de fréquence $N = 50Hz$.

La figure ci-dessous représente une coupe verticale de la surface de l'eau à un instant t . La règle graduée sur le schéma indique l'échelle utilisée.



1. La longueur d'onde est :

$\lambda = 0,2 \text{ cm}$	$\lambda = 4 \text{ cm}$	$\lambda = 5 \text{ cm}$	$\lambda = 6 \text{ cm}$
----------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

2. La vitesse de propagation de l'onde à la surface de l'eau est :

$v = 2 \text{ m.s}^{-1}$	$v = 200 \text{ m.s}^{-1}$	$v = 3 \text{ m.s}^{-1}$	$v = 8.10^{-4} \text{ m.s}^{-1}$
--------------------------	----------------------------	--------------------------	----------------------------------

3. L'instant t , où la coupe de la surface de l'eau est représentée, a pour valeur :

$t = 8 \text{ s}$	$t = 0,03 \text{ s}$	$t = 0,3 \text{ s}$	$t = 3 \text{ s}$
-------------------	----------------------	---------------------	-------------------

4. On considère un point **M** de la surface de l'eau, éloigné de la source **S** d'une distance $SM = 6 \text{ cm}$. Le point **M** reprend le même mouvement que celui de **S** avec un retard temporel τ . La relation entre l'élongation du point M et celle de la source **S** s'écrit :

$y_M(t) = y_s(t - 0,3)$	$y_M(t) = y_s(t + 0,03)$	$y_M(t) = y_s(t + 0,3)$	$y_M(t) = y_s(t - 0,03)$
-------------------------	--------------------------	-------------------------	--------------------------

Exercice 11 : Diffraction d'une onde lumineuse : (PC-SR-2017)

On réalise une expérience de diffraction de la lumière, en utilisant un fil fin de diamètre $d = 0,1 \text{ mm}$ et une source de lumière monochromatique de longueur d'onde λ .

On visualise le phénomène de diffraction sur un écran qui se trouve à une distance $D = 3,5 \text{ m}$ du fil. La mesure de la largeur de la tache centrale donne $L = 56 \text{ m}$.

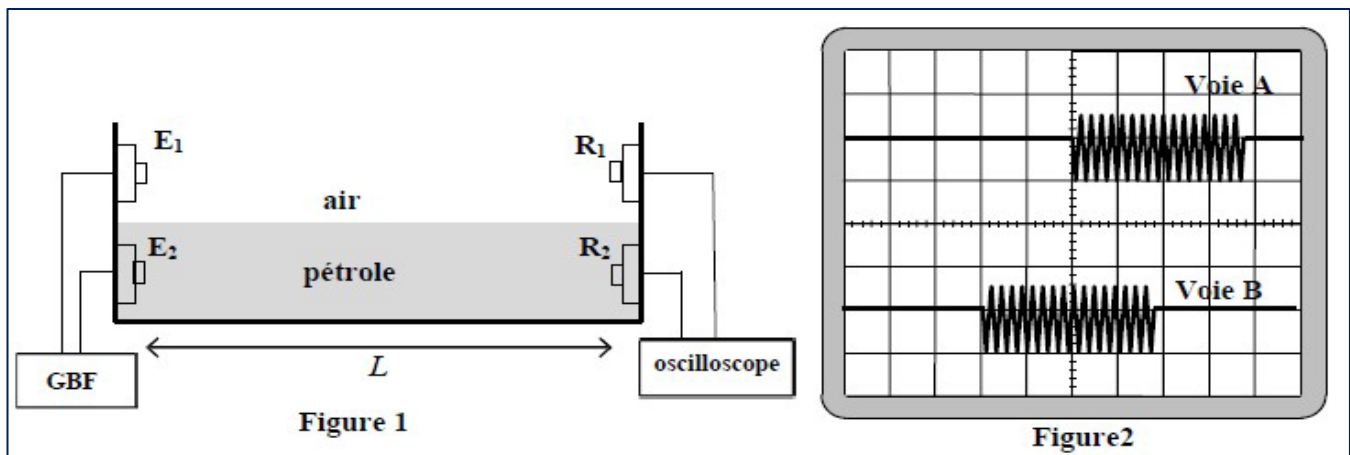
On suppose que l'écart angulaire θ est petit et on prend $\tan \theta \approx \theta$.

1. Trouver la longueur d'onde λ de la source lumineuse utilisée.
2. On remplace uniquement la source précédente par une autre source monochromatique de couleur violette.
 - Comment varie la largeur de la tache centrale ? Justifier la réponse.

Exercice 12 : Détermination de la célérité d'une onde ultrasonore dans un liquide: (PC-SN-2018)

Pour déterminer la valeur approximative de la célérité d'une onde ultrasonore dans le pétrole liquide on réalise l'expérience suivante :

Dans une cuve contenant du pétrole, on fixe à l'une de ses extrémités deux émetteurs E_1 et E_2 qui sont reliés à un générateur **GBF**. A l'instant $t_0 = 0$, les deux émetteurs émettent chacun une onde ultrasonore, une se propage dans l'air et l'autre dans le pétrole. A l'autre extrémité de la cuve, on place deux récepteurs R_1 et R_2 , l'un dans l'air et l'autre dans le pétrole. Les récepteurs sont à une distance L des émetteurs. (Voir figure 1) On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les deux signaux reçus par R_1 et R_2 . (Voir figure 2)



Données :

- Les deux ondes parcourent la même distance $L = 1,84 \text{ m}$.
 - La célérité des ultrasons dans l'air : $V_{air} = 340 \text{ m.s}^{-1}$
 - La sensibilité horizontale de l'oscilloscope : 2 ms/div
1. Les ondes ultrasonores, sont-elles longitudinales ou transversales ? justifier.
 2. En exploitant la figure (2), déterminer la valeur du retard temporel τ entre les deux ondes reçues.
 3. Montrer que l'expression de s'écrit sous la forme : $\tau = L \cdot \left(\frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p} \right)$
 4. Trouver la valeur approchée de la célérité V_p .

Exercice 13 : Propagation d'une onde mécanique à la surface de l'eau : (PC-SN-2019)

Pour étudier la propagation des ondes mécaniques à la surface de l'eau, on utilise une cuve à ondes. Le but de cette partie de l'exercice est de déterminer quelques grandeurs caractéristiques d'une onde mécanique.

A l'aide d'un vibreur d'une cuve à ondes, on crée en un point S de la surface libre de l'eau une onde progressive sinusoïdale de fréquence $N = 20 \text{ Hz}$. Cette onde se propage à $t = 0$ à partir du point S, sans amortissement et sans réflexion.

La figure ci-contre représente une coupe, dans un plan vertical, d'une partie de la surface de l'eau à l'instant de date t_1 .

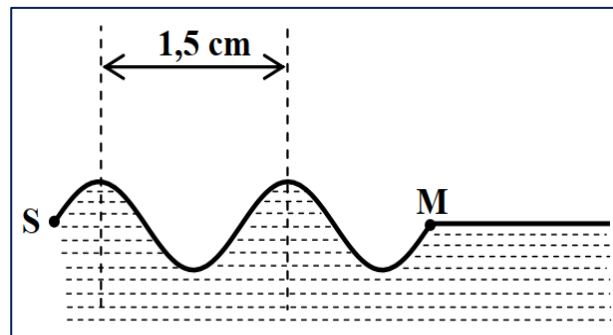
L'onde qui se propage à la surface de l'eau est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier.

Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde étudiée.

Déduire la célérité v de l'onde à la surface de l'eau.

Le point **M**, situé à la distance $d = SM$ du point **S**, est le front de l'onde à l'instant de date t_1 .

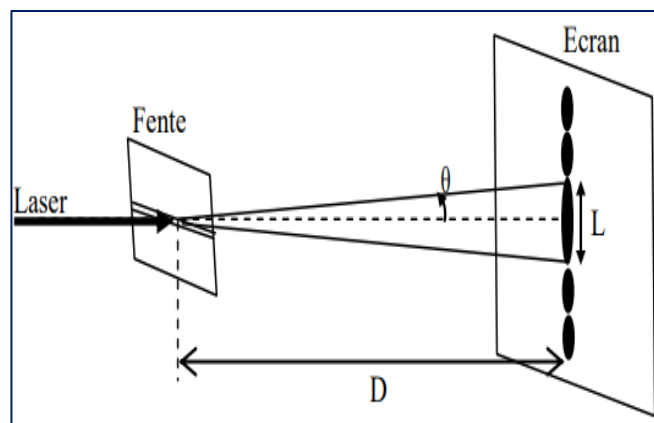
Exprimer le retard temporel du mouvement de **M** par rapport au mouvement de **M**, en fonction de la période T de l'onde. Calculer τ .



Exercice 14 : Etude de la diffraction de la lumière : (PC-SR-2019)

La diffraction de la lumière met en évidence l'aspect ondulatoire de la lumière. De nombreuses applications dans des domaines tels que l'industrie, les nouvelles technologies... sont basées sur ce phénomène.

Cet exercice se propose de déterminer la longueur d'onde d'une radiation émise par une source laser. Une source laser émet une radiation rouge, de longueur d'onde λ_R , vers une fente horizontale de largeur $a = 0,3mm$. On observe, sur un écran situé à une distance $D = 2m$ de la fente, des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale.



La tache centrale a une largeur $L_R = 8,5mm$ (figure).

- On propose quatre expressions pour la longueur d'onde λ d'une onde lumineuse diffractée. Choisir, en se basant sur une analyse dimensionnelle, l'expression juste :

$$\lambda = \frac{a L D}{2}$$

$$\lambda = \frac{a L}{2 D}$$

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

$$\lambda = \frac{2 L}{a D}$$

- Recopier le numéro de la question et répondre par vrai ou faux.

Les facteurs, intervenant dans la diffraction d'une radiation, varient ainsi :

- l'écart angulaire θ augmente si la longueur d'onde λ de la radiation émise augmente.
- la largeur L de la tache centrale est proportionnelle à la largeur a de la fente.
- Déterminer la longueur d'onde λ_R de la radiation émise par cette source laser.
- On remplace la source de radiation rouge par une source de radiation bleue ayant une longueur d'onde $\lambda_B = 450 nm$. Comparer les largeurs L_R et L_B des deux taches centrales obtenues successivement avec les radiations rouge et bleue.

Exercice 15 : Propagation des ondes : (PC-SN-2020)

- Recopier le numéro de la question et écrire, parmi les affirmations proposées, la lettre qui correspond à la réponse juste.

- Lors de la propagation d'une onde :

A	il y a transport de la matière et il n'y a pas transport de l'énergie	C	il n'y a ni transport de la matière ni transport de l'énergie
B	il y a transport de l'énergie et il n'y a pas transport de la matière	D	il y a transport de la matière et de l'énergie

2. Une onde est dite transversale si :

A	la perturbation se fait dans la même direction que celle de la propagation	C	la perturbation se fait perpendiculairement à la direction de la propagation
B	elle se propage dans le vide	D	la propagation se fait sans amortissement

3. Le son est une onde :

A	électromagnétique	C	mécanique longitudinale
B	mécanique transversale	D	qui se propage dans le vide

4. Lors de la diffraction d'une onde :

A	il y a modification de la fréquence	C	il y a modification de la célérité
B	il y a modification de la longueur d'onde	D	la fréquence, la longueur d'onde et la célérité ne sont pas modifiées

5. On considère un point M de la surface de l'eau où se propage une onde progressive. Ce point M reprend le même mouvement que celui de la source S avec un retard temporel τ .

La relation entre l'élongation du point M et celle de la source est :

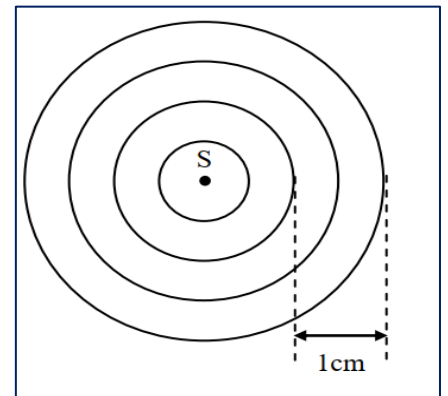
A	$y_M(t) = y_S(t + \tau)$	C	$y_M(t) = y_S(t + 2\tau)$
B	$y_M(t) = y_S(t - 2\tau)$	D	$y_M(t) = y_S(t - \tau)$

II. La pointe S d'un vibreur crée une onde progressive sinusoïdale de fréquence N à la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes.

L'onde, ainsi créée, se propage sans amortissement ni réflexion avec une célérité $v = 0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

La figure ci-contre reproduit l'aspect de la surface de l'eau à un instant t_1 .

Les lignes circulaires représentent les crêtes.



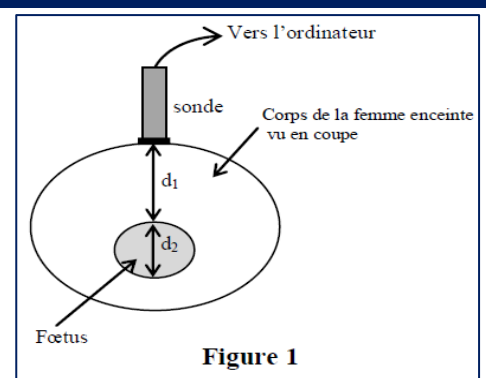
- En exploitant la figure ci-contre, Déterminer la longueur d'onde λ .
- Trouver la fréquence N de l'onde.
- On considère un point M de la surface de l'eau situé à une distance $d = 5 \text{ cm}$ de la source S. Calculer le retard temporel τ du mouvement de M par rapport à celui de la source S.

Exercice 16 : Les ultrasons au service de la médecine : (PC-SR-2020)

L'échographie est une technique d'imagerie médicale utilisant les ondes ultrasonores.

Cet exercice se propose de déterminer l'épaisseur du fœtus d'une femme enceinte grâce à l'échographie.

Une sonde d'un appareil d'échographie, posée sur le ventre d'une femme enceinte, envoie, à un instant de date $t = 0$, des ondes ultrasonores vers le fœtus (figure 1).



L'onde ultrasonore se propage dans le corps de la femme enceinte avec une célérité v , puis s'y réfléchit chaque fois qu'elle change de milieu de propagation. Les signaux réfléchis sont détectés par la sonde.

Donnée : On considère que la célérité des ondes ultrasonores dans le corps humain est : $v = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$

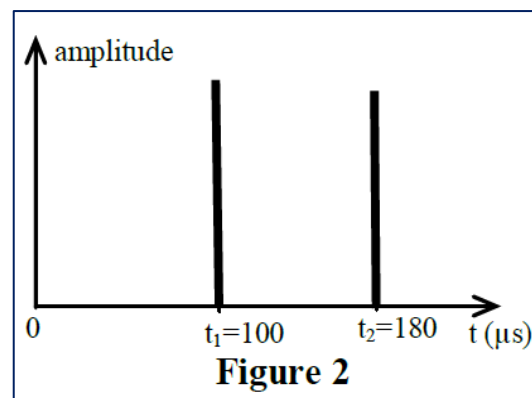
Choisir, parmi les propositions suivantes, l'affirmation juste :

1. Une onde ultrasonore peut se propager :

- A. dans un milieu matériel.
- B. dans le vide.
- C. dans un milieu matériel et dans le vide

1.2. Dans un milieu non dispersif :

- A. la célérité de l'onde dépend de sa fréquence.
- B. la célérité de l'onde ne dépend pas de sa fréquence.
- C. la longueur d'onde d'une onde dépend de sa fréquence.



2. L'oscillogramme de la figure 2 représente les deux signaux réfléchis captés par la sonde. On note t_1 et t_2 les dates auxquelles la sonde reçoit respectivement le premier et le second signal.

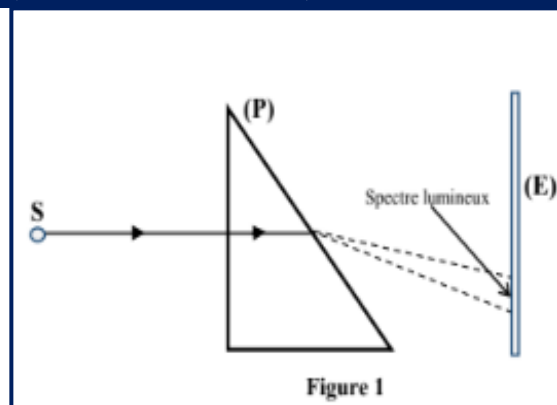
- 2.1. Expliquer pourquoi la date t_2 est supérieure à la date t_1 .
- 2.2. Exprimer la distance d_1 en fonction de t_1 et v .
- 2.3. Déterminer l'épaisseur d_2 du fœtus.

Exercice 17 : Propagation des ondes lumineuses (session normale 2021)

1. Un faisceau cylindrique de lumière blanche, émis par une source S, arrive perpendiculairement à la face d'un prisme (P) en verre (figure 1). Le faisceau lumineux issu du prisme arrive sur un écran (E). On observe alors sur cet écran un spectre lumineux.

-Choisir parmi les propositions suivantes, celle qui est juste.

- L'expérience précédente montre que la lumière blanche :



A	Est monochromatique	B	N'est formée que de deux radiations différentes	C	Est polychromatique
---	---------------------	---	---	---	---------------------

2. On éclaire le prisme (P) successivement par deux radiations lumineuses : l'une est rouge et l'autre est jaune.

Données :

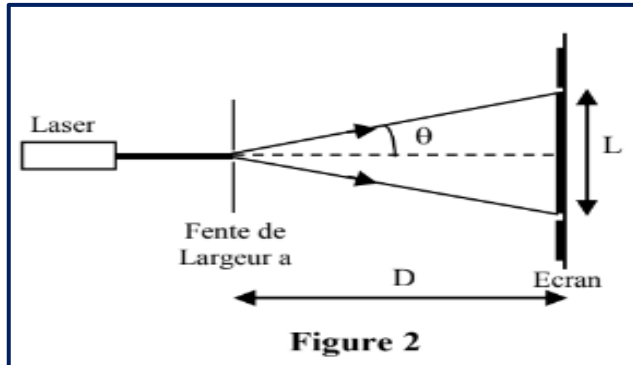
- La célérité de la lumière dans le vide : $C = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- La longueur d'onde de la radiation rouge dans le prisme est : $\lambda_r = 474 \text{ nm}$
- La fréquence de la radiation rouge est : $\nu_r = 3,91.10^{14} \text{ Hz}$
- La longueur d'onde de la radiation jaune dans le vide est : $\lambda_{0j} = 589 \text{ nm}$
- La longueur d'onde de la radiation jaune dans le prisme (P) est : $\lambda_j = 355 \text{ nm}$.

2.1. Calculer la fréquence ν_j de la radiation jaune.

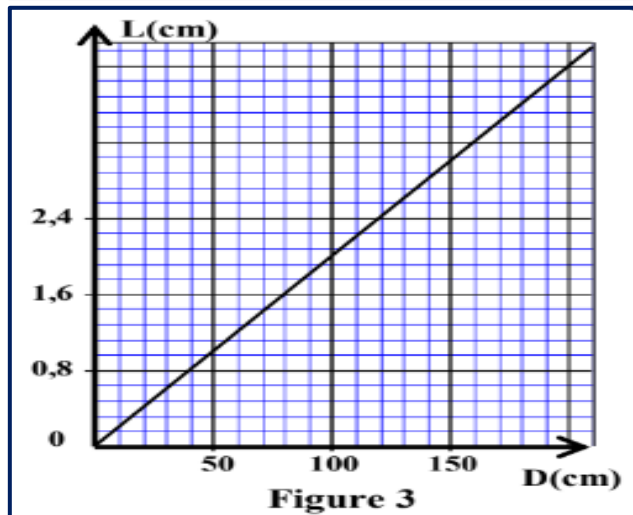
2.2. Calculer les célérités V_j et V_r des radiations jaune et rouge dans le prisme.

2.3. Quelle propriété du prisme est mise en évidence par les résultats de la question 2.2?

3. On éclaire, avec une radiation laser ayant une longueur d'onde λ ; une fente fine horizontale de largeur $a = 0,06 \text{ mm}$. On observe sur un écran, placé à une distance D de la fente, un ensemble de taches de direction verticale. La tache centrale a une largeur L (figure 2).



On change la distance D et on mesure à chaque fois la largeur L . La courbe de la figure (2) donne les variations de L en fonction de D : $L = f(D)$.



3.1. Etablir l'expression de L en fonction de λ , a et D . (θ étant petit, on prend $\tan \theta \approx \theta$).

3.2. En exploitant la courbe $L = f(D)$, montrer que $\lambda = 600 \text{ nm}$.

3.3. On fixe l'écran à une distance $D_1 = 2 \text{ m}$ de la fente, et on remplace la fente par un cheveu fin de diamètre d . On obtient alors, avec la même radiation de longueur d'onde λ , une tache centrale de largeur $L_1 = 3 \text{ cm}$.

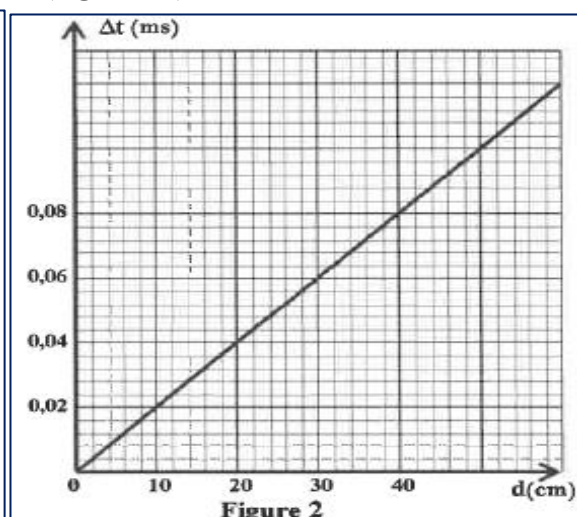
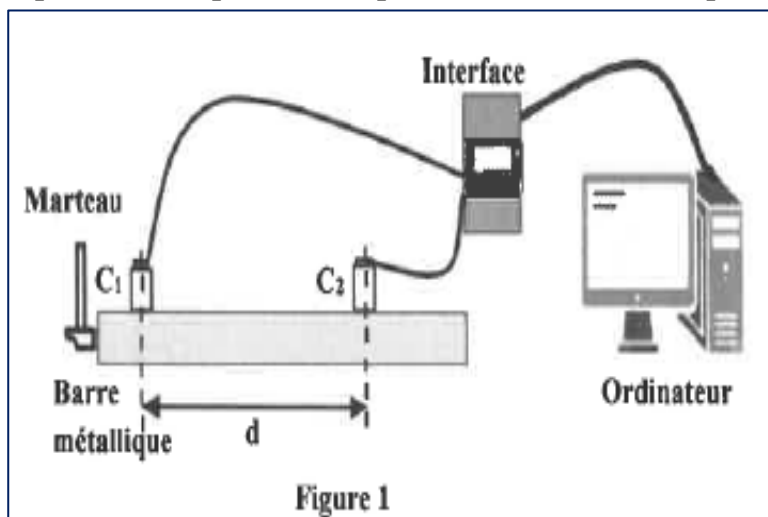
- Déterminer le diamètre d du cheveu.

Exercice 18 : Les ondes sonores : (PC-SR-2021)

1. Recopier le numéro de la question et répondre par vrai ou faux.

- L'onde sonore est une onde électromagnétique.
- L'onde sonore est une onde longitudinale.
- L'onde sonore est une onde qui se propage dans le vide.
- L'onde sonore se propage avec une célérité qui dépend du milieu de propagation.

2. Pour déterminer la nature du matériau constituant une barre métallique, on réalise l'expérience représentée par le schéma du dispositif (figure 1).



Ce dispositif est composé d'une barre métallique, de deux capteurs C_1 et C_2 séparés l'un de l'autre d'une distance d et d'un système d'acquisition informatisé.

On produit une impulsion sonore par un bref coup de marteau sur l'extrémité gauche de la barre et on mesure, pour différentes valeurs de la distance d , la durée de propagation Δt de l'onde entre les deux capteurs. Le système d'acquisition permet de tracer la courbe de variations de Δt en fonction de d . (Figure 2).

Donnée : célérité du son dans différents métaux

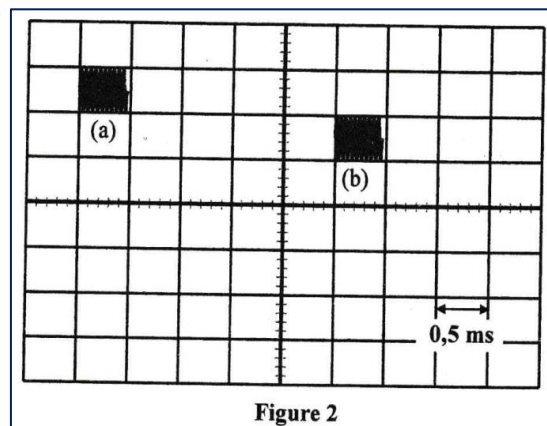
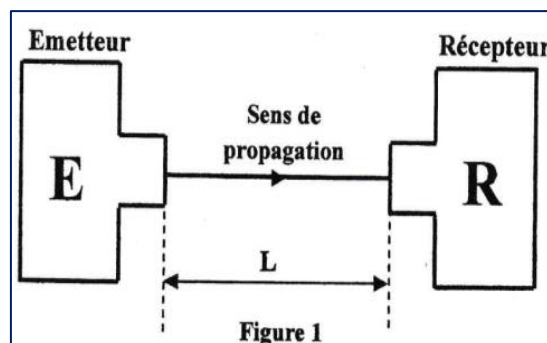
Métal	fer	cuivre	aluminium	zinc
$v(m.s^{-1})$	5960	3900	5000	4190

- 2.1. Déterminer la célérité v de l'onde dans la barre.
- 2.2. En déduire la nature du métal constituant la barre.

Exercice 19 : Propagation des ondes sonores dans l'air. (PC-SN-2022)

Pour déterminer la célérité des ondes sonores dans l'air, on réalise le montage expérimental représenté sur le schéma de la figure 1. Ce montage est constitué d'un émetteur E et d'un récepteur R d'ondes sonores distants de $L = 85 \text{ cm}$. Une onde sonore émise par E , se propageant dans l'air, est reçue par R .

On visualise à l'aide d'un système d'acquisition informatisé, à la fois, le signal (a) émis et le signal (b) reçu (figure 2).

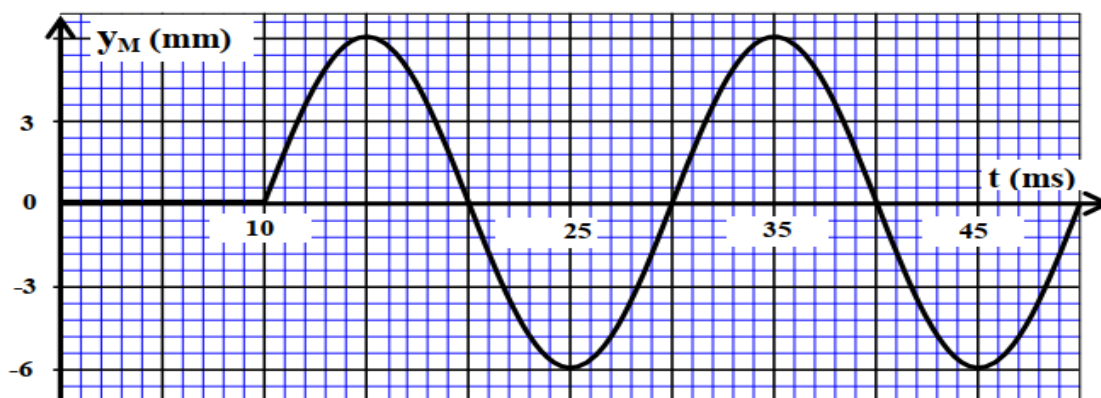


1. Recopier le numéro de la question et répondre par vrai ou faux.
 - 1.1. L'onde sonore est une onde transversale.
 - 1.2. L'onde sonore ne se propage pas dans le vide.
2. Déterminer la durée Δt mise par le signal pour arriver au récepteur R .
3. Calculer la célérité v des ondes sonores dans l'air.

Exercice 20 : Propagation d'une onde mécanique : (PC-SR-2022)

On crée, à un instant choisi comme origine des dates $t = 0$, en un point S de la surface de l'eau une onde mécanique progressive sinusoïdale de fréquence N .

La courbe de la figure ci-contre représente les variations en fonction du temps de l'élongation $y_M(t)$ d'un point M du milieu de propagation situé à la distance $L = 2,5 \text{ cm}$ du point S .



Recopier le numéro de la question et écrire, parmi les quatre réponses proposées, la réponse juste sans aucune justification ni explication.

1. La fréquence de l'onde est :

A	$N = 25 \text{ Hz}$	B	$N = 50 \text{ Hz}$	C	$N = 100 \text{ Hz}$	D	$N = 200 \text{ Hz}$
---	---------------------	---	---------------------	---	----------------------	---	----------------------

2. Le point M reprend le même mouvement de S avec un retard temporel τ de valeur :

A	$\tau = 0,1s$	B	$\tau = 0,02s$	C	$\tau = 0,01s$	D	$\tau = 0,2s$
---	---------------	---	----------------	---	----------------	---	---------------

3. La célérité de l'onde à la surface de l'eau est :

A	$v = 2,5m.s^{-1}$	B	$v = 0,25m.s^{-1}$	C	$v = 25m.s^{-1}$	D	$v = 0,4m.s^{-1}$
---	-------------------	---	--------------------	---	------------------	---	-------------------

4. La longueur d'onde λ est :

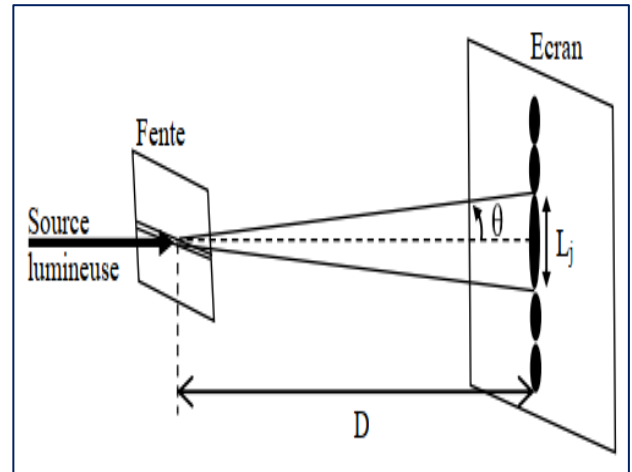
A	$\lambda = 5cm$	B	$\lambda = 2,5cm$	C	$\lambda = 0,5cm$	D	$\lambda = 0,25cm$
---	-----------------	---	-------------------	---	-------------------	---	--------------------

Exercice 21 : Ondes lumineuses : (PC-SR-2023)

La diffraction est l'un des phénomènes physiques qui met en évidence la nature ondulatoire de la lumière.

On se propose dans cet exercice d'étudier ce phénomène de diffraction pour déterminer la largeur d'une fente et les caractéristiques de certaines radiations lumineuses.

Une source lumineuse émet, dans l'air, une radiation jaune, de longueur d'onde $\lambda_{0j} = 580 \text{ nm}$, vers une fente horizontale de largeur a .



On observe, sur un écran situé à la distance $D = 1,4 \text{ m}$ de la fente, des taches lumineuses réparties sur une ligne verticale. La tache centrale a la largeur $L_j = 2,7 \text{ cm}$ (figure ci-contre)

■ Donnée :

On prend la célérité d'une onde lumineuse dans le vide et dans l'air : $C = 3.10^8 m.s^{-1}$

1. Choisir, parmi les propositions suivantes, celle qui est juste :

A	La longueur d'onde d'une radiation monochromatique ne dépend pas du milieu de propagation.
B	Dans un milieu dispersif, la célérité d'une onde lumineuse ne varie pas avec la fréquence.
C	Une onde lumineuse monochromatique est caractérisée par sa fréquence.
D	Les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible sont $400 \mu\text{m}$ et $800 \mu\text{m}$.

2. Sachant que l'écart angulaire θ est petit pour prendre $\tan \theta \approx \theta$, trouver l'expression de la largeur a de la fente en fonction de L_j , D et λ_{0j} . Calculer la valeur de a .

3. Dans l'expérience de diffraction décrite précédemment, la source de radiation jaune est remplacée par une source de radiation rouge ayant une longueur d'onde λ_{0R} .

- Montrer que l'expression de λ_{0R} s'écrit: $\lambda_{0R} = \frac{L_R \cdot \lambda_{0j}}{L_j}$

Avec : L_R la largeur de la tache centrale obtenue dans ce cas.

- Calculer λ_{0R} sachant que $L_R = 3,4 \text{ cm}$.

4. On considère que la radiation jaune se propage dans un milieu d'indice de réfraction $n = 1,5$ Calculer dans ce milieu :

4.1. La vitesse v_{1j} de propagation de la radiation jaune.

4.2. La longueur d'onde λ_{1j} de cette radiation.

Exercice 22 : Propagation d'un signal à la surface de l'eau : (PC-SN-2024)

On se propose dans cet exercice d'étudier la propagation d'un signal mécanique à la surface de l'eau. Un caillou jeté, en un point **O**, dans une cuve contenant de l'eau de profondeur h , provoque la formation d'une onde circulaire qui se propage à la surface de l'eau. (Figure ci-dessous).

1. Choisir la proposition juste parmi les propositions suivantes :

A	Une onde progressive périodique est caractérisée par sa célérité.
B	Un milieu est dispersif si la célérité de l'onde dépend de sa période T .
C	Lors de la diffraction dans un même milieu, la célérité de l'onde est modifiée.
D	Les ondes mécaniques progressives peuvent se propager dans le vide.

2. La figure suivante donne l'aspect de la surface de l'eau à deux instants t_1 et t_2 .

Le tableau suivant donne les valeurs des rayons du front d'onde à des instants donnés :

t(s)	0	t_1	$t_2 = t_1 + 1,5$
r(cm)	0	$r_1 = 14$	$r_2 = 56$

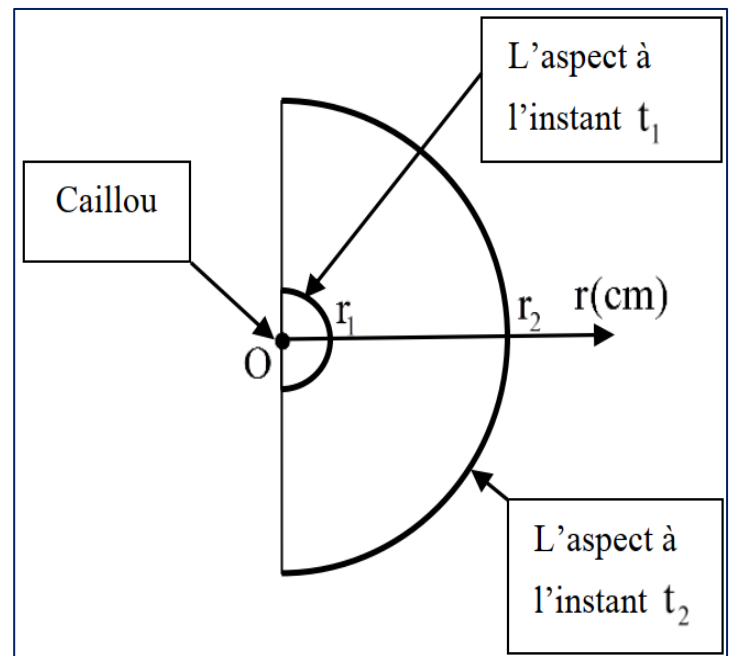
2.1. Déterminer la valeur de la célérité v de l'onde.

2.2. En déduire la valeur de l'instant t_2 .

3. On peut estimer la célérité v de l'onde qui se propage à la surface d'eau par la relation : $v = \sqrt{g \cdot h}$ avec $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$: étant l'intensité de la pesanteur et h la profondeur de l'eau.

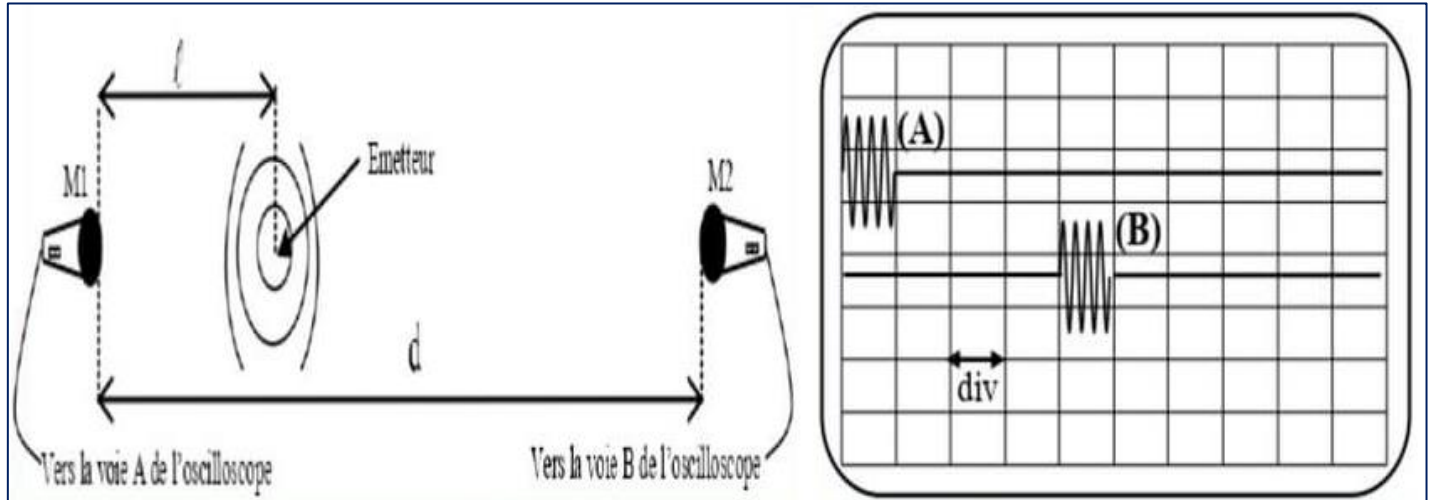
3.1. En utilisant les équations aux dimensions, vérifier l'homogénéité de cette relation.

3.2. Calculer h .



Exercice 23 : Propagation d'une onde mécanique (PC-SR-2024)

Dans cet exercice, on se propose d'étudier la propagation d'une onde mécanique dans l'air. On réalise l'expérience suivante avec deux microphones M_1 et M_2 distants de $d = 2,85\text{m}$ et reliés aux voies A et B d'un oscilloscope à mémoire. Entre ces deux microphones, un émetteur produit des salves de son. L'émetteur est à la distance l du microphone M_1 .



L'émetteur, M_1 et M_2 sont alignés. (Figure 1).

Les oscillogrammes obtenus sur les deux voies A et B de l'oscilloscope sont représentés sur la **figure 2**. La sensibilité horizontale de l'oscilloscope est réglée à **0,5ms** par division.

Donnée: La célérité du son dans l'air est : **$v = 340 \text{ m.s}^{-1}$**

1. Définir une onde mécanique longitudinale.
2. Répondre par vrai ou faux (sans justification) aux propositions suivantes:
 - a. Les ondes lumineuses sont des ondes mécaniques.
 - b. Dans un même milieu, la diffraction modifie la longueur d'onde.
 - c. La célérité du son dépend du milieu de propagation.
 - d. Une onde longitudinale se propage avec transport de la matière.
3. Déterminer le retard temporel t avec lequel le son arrive en M_2 par rapport à M_1 .
4. Déterminer la valeur de l .