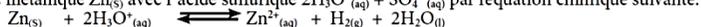


Exercice 1

Données :

- On considère que tous les gaz sont parfaits .
- Toutes les mesure ont été prises à 25°C .
- On rappelle l'équation d'état des gaz parfaits : $P.V = n.R.T$
- La masse molaire atomique du zinc : $M(\text{Zn}) = 65,4 \text{ g.mol}^{-1}$.
- On modélise la réaction du zinc métallique $\text{Zn}_{(s)}$ avec l'acide sulfurique $2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$ par l'équation chimique suivante :



Pour étudier la cinétique de cette réaction , on introduit dans un ballon de volume constant $V = 1 \text{ L}$, la masse $m = 0,6 \text{ g}$ de zinc en poudre $\text{Zn}_{(s)}$ et on y verse à l'instant $t_0 = 0$ le volume $V_A = 75 \text{ mL}$ une solution aqueuse d'acide sulfurique où la concentration en ions oxonium est $[\text{H}_3\text{O}^+] = 0,4 \text{ mol.L}^{-1}$. On mesure à chaque instant t la pression P à l'intérieur du ballon à l'aide d'un capteur de pression .

1- Soit $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$ la quantité de matière initiale des ions oxonium et $n_i(\text{Zn})$ la quantité de matière initiale de zinc .

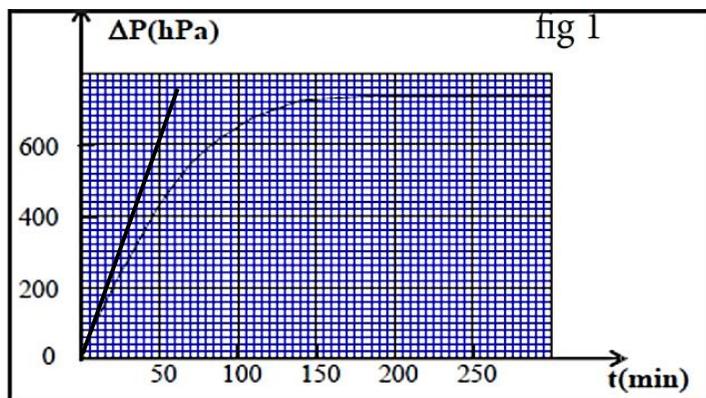
Recopier le tableau d'avancement suivant et compléter-le . (0,5 pt)

équation de la réaction		$\text{Zn}_{(s)} + 2\text{H}_3\text{O}^+_{(aq)} \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + \text{H}_2_{(g)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$			
état du système	avancement (mol)	quantités de matière (mol)			
état initial	0				en excès
pendant la transformation	x				en excès
à l'équilibre	x_{eq}				en excès

- Calculer $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$ et $n_i(\text{Zn})$.
- Déterminer le réactif limitant et en déduire l'avancement maximal x_{max} de la réaction .
- En appliquant l'équation d'état des gaz parfaits , et en se basant sur le tableau d'avancement précédent , trouver l'expression de l'avancement x de la réaction à l'instant t en fonction de R , T , V et ΔP , avec $\Delta P = P - P_0$ et P_0 la pression initiale mesurée à l'instant $t_0 = 0$ et P la pression mesurée à l'instant t .
- Soit $\Delta P_{max} = P_{max} - P_0$ la variation maximale de la pression et x_{max} l'avancement maximal de la réaction , établir la relation :

$$x(t) = x_{max} \frac{\Delta P}{\Delta P_{max}}$$

- L'étude expérimentale a permis de tracer la courbe représentée sur la figure 1 qui représente les variations de ΔP en fonction du temps . Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.



Exercice 2

Partie 1 : Étude de l'hydrolyse d'un ester en milieu basique

Données :

- Toutes les mesure ont été prises à 25°C .
- On exprime la conductance G à l'instant t par la relation : $G = K \cdot \sum \lambda_i [X_i]$, avec λ_i la conductivité molaire ionique de l'ion X_i et $[X_i]$ sa concentration dans la solution et K la constante de la cellule conductimétrique , sa valeur $K = 0,01 \text{ m}$.
- Le tableau suivant donne les valeurs des conductivités molaires ioniques des ions présents dans le milieu réactionnel :

ion	Na^+_{aq}	HO^-_{aq}	$\text{HCO}_2^-_{aq}$
$\lambda \text{ (S.m}^2.\text{mol}^{-1})$	$5,01 \cdot 10^{-3}$	$19,9 \cdot 10^{-3}$	$5,46 \cdot 10^{-3}$

- On néglige la concentration des ion $\text{H}_3\text{O}^+_{aq}$ devant les concentrations des ions présents dans le milieu réactionnel .
- On verse dans un bêcher un volume $V = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$ d'une solution S_B d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{aq} + \text{HO}^-_{aq}$) de concentration $C_B = 10 \text{ mol.m}^{-3}$, et on lui ajoute à l'instant t_0 pris comme origine des dates , la quantité de matière n_E de méthanoate d'éthyle égale à la quantité de matière n_B d'hydroxyde de sodium dans la solution S_B à l'origine des dates . (On suppose que le volume du mélange reste constant $V = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$)
- L'étude expérimentale a permis de tracer la courbe représentant les variations de la conductance G en fonction du temps (figure 1) .
- On modélise la transformation étudiée par l'équation chimique suivante :

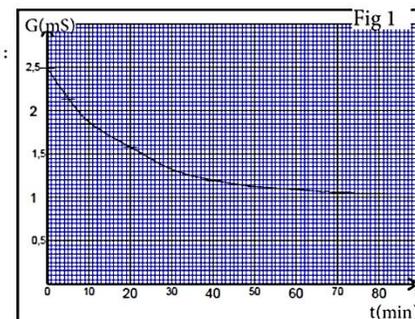


- Donner le bilan des ions présents dans le mélange à l'instant t .
- Dresser le tableau d'avancement de cette transformation chimique . (On représente par x l'avancement de la réaction à l'instant t)

- Montrer que la conductance G dans le milieu réactionnel vérifie la relation : $G = -0,72x + 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ (S)}$

- Interpréter la diminution de la conductance pendant la réaction .

- Trouver le temps de demi-réaction $t_{1/2}$.

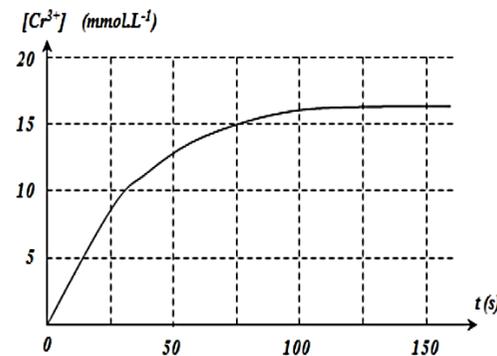


Exercice 3

On étudie l'évolution en fonction du temps d'un mélange obtenu à partir de 100mL d'une solution d'acide éthanedioïque à $6,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et 100mL d'une solution acidifiée de dichromate de potassium à $1,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On obtient la courbe suivante :

La réaction d'oxydoréduction qui se produit met en jeu les couples $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$ et $\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$

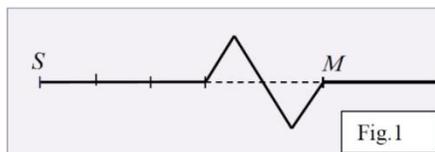
- Citer deux facteurs pouvant modifier la vitesse d'une réaction chimique.
- Ecrire les deux demi-équations électroniques ainsi que l'équation bilan de la réaction qui se produit entre l'ion dichromate $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ et l'acide éthanedioïque $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.
- Etablir la quantité initiale de chacun des réactifs et en déduire le réactif limitant.
- Dresser le tableau d'avancement de la réaction faisant apparaître l'avancement temporel $x(t)$.
- Définir mathématiquement la vitesse volume $v(t)$ de cette réaction.
- Exprimer cette vitesse de réaction $v(t)$ en fonction de la vitesse de formation des ions Cr^{3+} . Détailler le calcul de cette démonstration.
- Déterminer la valeur de la vitesse de formation des ions Cr^{3+} à la date $t = 50 \text{ s}$.
- En déduire la vitesse volumique de la réaction à cette même date.
- Déterminer le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ de cette réaction.
- Déterminer graphiquement la quantité d'ions Cr^{3+} présente lorsque la réaction est considérée comme étant terminée.
- En déduire le volume de gaz carbonique dégagé par cette réaction dans les C.N.T.P. (On donne $R = 8,31 \text{ S.I.}$)



Exercice 1

Une perturbation se propage le long d'une corde élastique de masse linéique $\mu = 6,4 \text{ g.m}^{-1}$, soumise à une tension $F = 1 \text{ N}$.

S est l'extrémité de la corde, source de la perturbation.

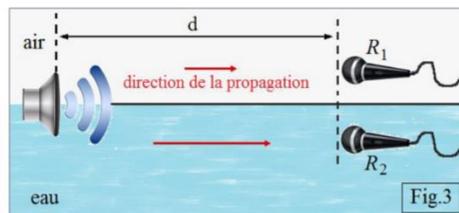


La fig.1 représente, avec une échelle 1/50, l'aspect de la corde à un instant t_1

- 1- L'onde est-elle transversale ou longitudinale? Justifier votre réponse.
- 2- Calculer la célérité de l'onde.
- 3- Dessiner l'aspect de la corde à l'instant $t_2 = t_1 + 0,1 \text{ (s)}$.
- 4- Pendant quelle durée un point de la corde est-il affectée par le passage de la perturbation?
- 5- Calculer la durée Δt nécessaire pour que la perturbation parvienne au point M .

Exercice 2

Dans un bassin d'essais, une source sonore S émet un bruit intense qui se propage dans l'air et dans l'eau. Le bruit est reçu par deux récepteurs sonores: R_1 placé dans l'air et R_2 situé dans l'eau (Fig.3).



Données: célérité du son

- Dans l'air: $v_{air} = 340 \text{ m.s}^{-1}$.
- Dans l'eau: $v_{eau} = 1500 \text{ m.s}^{-1}$

- 1- Quel est le récepteur qui, le premier, détecte le bruit produit par la source?
- 2- On note Δt la durée séparant la détection du bruit par les récepteurs R_1 et R_2 .

Exprimer la distance d séparant la source des récepteurs en fonction de la durée Δt et des célérités v_{air} et v_{eau} .

- 3- Calculer la valeur de d pour $\Delta t = 0,50 \text{ s}$

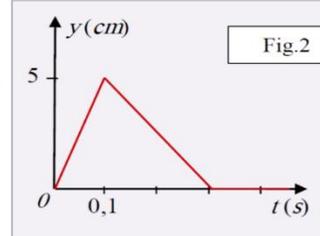
Exercice 3

Une perturbation se propage, à partir de la source S , le long d'une corde élastique avec une célérité $v = 10 \text{ m.s}^{-1}$.

Le schéma de la Fig.2 représente la variation de l'élongation de la source en fonction du temps.

On considère un point M de la corde situé à 4 m de la source.

- 1- Déterminer la durée de la perturbation.
- 2- Calculer le retard du point M par rapport au point S .
- 3- Représenter la variation de l'élongation du point M en fonction du temps.



Exercice 4

L'échographe numérique à ultrasons est un dispositif qui permet le contrôle de qualité de béton. Son principe de fonctionnement consiste en l'émission d'ultrasons vers la paroi d'un mur et leur réception après avoir traversé le mur.

Le but de cet exercice est de déterminer la célérité des ultrasons dans l'air, et d'examiner la qualité du béton constituant le mur.

1- Détermination de la célérité des ultrasons dans l'air.

Nous disposons sur une même droite un émetteur (E) et un récepteur (R) d'ultrasons, séparé d'une distance $d = 0,5 \text{ m}$.

L'émetteur émet des ondes ultrasonores qui se propagent dans l'air et qui sont reçues par le récepteur après une durée $\tau = 1,47 \text{ ms}$

- 1-1 L'onde ultrasonore est-elle transversale ou longitudinale?
- 1-2 Donner la signification physique de la grandeur τ .
- 1-3 Calculer la valeur de v_{air} la célérité des ultrasons dans l'air.
- 1-4 Considérons un point B séparé de l'émetteur d'une distance d_B .

Choisir parmi ce qui suit, la bonne réponse.

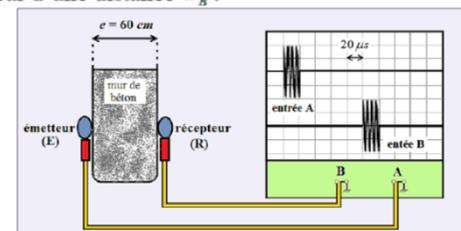
- a- $y_B(t) = y_E(t - \tau_B)$
- b- $y_B(t) = y_E(t + \tau_B)$
- c- $y_B(t) = y_E(t - 2\tau_B)$
- d- $y_B(t) = y_E(t - \frac{\tau_B}{2})$

2- Examen de la qualité du béton par les ultrasons.

L'oscillogramme présenté dans la figure ci-dessous, montre, à la fois, le signal transmis par l'émetteur (E) d'un échographe numérique installé sur la face avant d'un mur, et le signal reçu par le récepteur (R) installé sur la seconde face.

L'épaisseur du mur $e = 60 \text{ cm}$

Le tableau suivant représente la qualité du béton en fonction de la célérité des ultrasons :



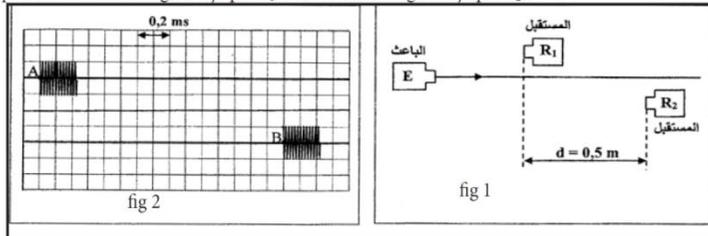
Célérité des ultrasons (m.s^{-1})	Supérieure à 4000	Entre 3200 et 4000	Entre 2500 et 3200	Entre 1700 et 2500	Inférieure à 1700
Qualité du béton	excellente	bonne	acceptable	mauvaise	médiocre

Calculer la célérité des ultrasons à travers le béton constituant le mur.
Déduire la qualité du béton examiné.

Exercice 1

- Détermination de la célérité des ondes ultra sonores dans l'air :

On met sur une même ligne droite un émetteur d'ondes sonores E et deux récepteurs R_1 et R_2 séparés par la distance $d = 0,5 \text{ m}$. On visualise sur un oscilloscope à travers les entrées Y_1 et Y_2 les deux signaux reçus par R_1 et R_2 et on obtient l'oscillogramme représenté sur la figure 2. A représente le début du signal reçu par R_1 et B le début du signal reçu par R_2 .



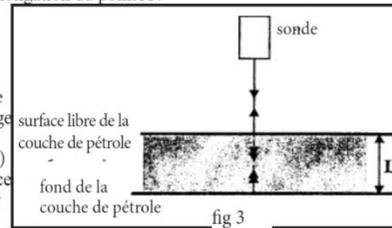
-1- En se basant sur la figure 2, déterminer le retard temporel τ entre les signaux reçus par R_1 et R_2 .

-2- Déterminer V_{air} la célérité des ondes ultra sonores dans l'air.

-3- Ecrire l'expression de l'élongation y du point B à l'instant t en fonction de l'élongation du point A.

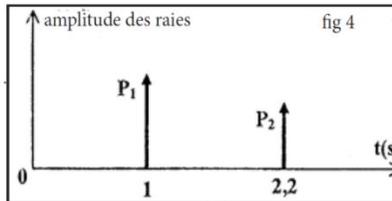
- Détermination de l'épaisseur d'une couche souterraine de pétrole :

Pour déterminer l'épaisseur L d'une couche souterraine de pétrole, un des ingénieurs a utilisé une sonde de prospection par échographie. La sonde émet à l'instant $t_0 = 0$ un signal ultra sonore de courte durée dans la direction perpendiculaire à la surface libre de la couche de pétrole. Une partie de ce signal est réfléchi par la surface libre, tandis que la deuxième partie se propage dans la couche pour subir une deuxième réflexion sur le fond de la couche et revenir vers la sonde en se transformant en un signal de courte durée aussi. (fig 3) La sonde détecte à l'instant t_1 la raie P_1 qui correspond à l'onde réfléchi sur la surface libre de la couche de pétrole, et à l'instant t_2 la raie P_2 qui correspond à l'onde réfléchi sur le fond de la couche de pétrole.



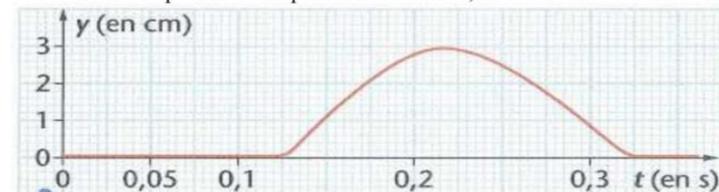
La figure 4 représente le diagramme des deux raies correspondant aux deux ondes réfléchies.

Déterminer l'épaisseur L de la couche de pétrole sachant que la célérité des ondes ultra sonore dans le pétrole brute est $v = 1,3 \text{ km.s}^{-1}$



Exercice 2

On filme la propagation d'une onde le long d'une corde. Par traitement informatique, on a obtenu le graphique suivant donnant, en fonction du temps, l'évolution de la position d'un point M de la corde, située à 40 cm de la source S.



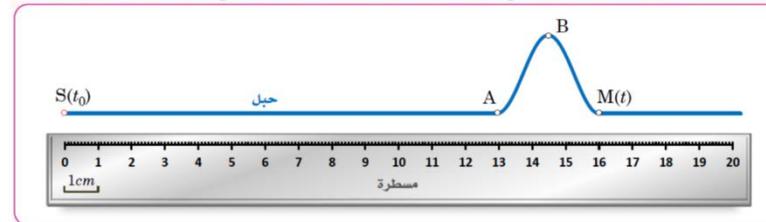
A l'instant $t_0 = 0 \text{ s}$ la perturbation a commencé à être émise en S.

1) Calculer la vitesse de l'onde.

2) Quelle longueur de corde la perturbation occupe-t-elle à un instant donné ?

Exercice 3

La figure ci-dessous représente la propagation d'une onde le long d'une corde. Elle représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 40 \text{ ms}$. Sachant que la déformation commence à partir d'une source à l'instant $t_0 = 0$.



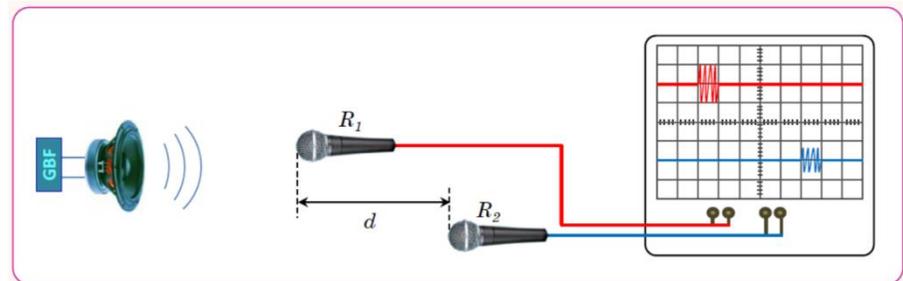
- Définir une onde mécanique progressive.
- Quelle la nature de l'onde ? quelle est sa dimension ?
- Déterminer, à l'instant t, les points qui se dirigent vers le bas ainsi que ceux se dirigeront vers le haut.
- Calculer V la célérité de la propagation de l'onde le long de la corde.
- A quel instant s'arrête le point M (position du début de la propagation).
- Représenter graphiquement l'aspect de la corde à l'instant $t' = 10 \text{ ms}$.
- Déterminer parmi les propositions suivantes la/les relation(s) entre l'élongation du point M et celle de la source S.

$y_S(t) = y_M(t - 0,4)$
 $y_S(t) = y_M(t + 0,04)$
 $y_M(t) = y_S(t - 0,04)$
 $y_M(t) = y_S(t + 0,04)$

Exercice 4

Pour mesurer la propagation des ondes sonores dans l'air on réalise le montage expérimental représenté ci-dessous, la distance entre les deux microphones R_1 et R_2 est $d = 1,70 \text{ m}$. La courbe ci-dessous représente la variation de la tension aux bornes de chaque microphone.

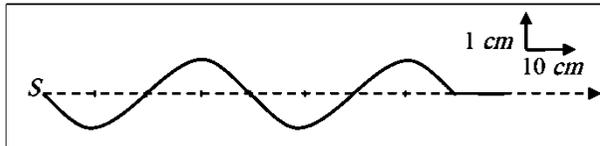
Donnée : La sensibilité horizontale : 1 ms/div ; température d'air 25°C ; célérité de la propagation du son dans l'eau $V_{eau} = 1500 \text{ m.s}^{-1}$.



- Est que le son est une onde longitudinale ou transversale.
- Déterminer la valeur du retard temporel entre les microphones R_1 et R_2 .
- Déduire la valeur V_{air} célérité de la propagation des ondes sonores dans l'air.
- Déterminer la valeur du retard temporel τ' quand on déplace le microphone vers la droite à partir de sa position initiale de $L = 51 \text{ cm}$.
- Comparer V_{air} et V_{eau} . Que peut-t-on déduire.

Exercice 1

Une lame métallique effectue des vibrations sinusoidales qui se propagent le long d'une corde élastique, à partir de l'extrémité gauche notée S.



La figure ci-contre représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 0,08 \text{ s}$

- 1- L'onde est-elle transversale ou longitudinale? Justifier votre réponse.
- 2- Calculer la célérité de l'onde. (on considère que la source commence à vibrer à l'instant $t = 0 \text{ s}$)
- 3- Déterminer la longueur d'onde, déduire la fréquence de la source
- 4- Dans quel sens, la source a-t-elle vibré à l'instant $t = 0 \text{ s}$? Justifier votre réponse.
- 5- Considérons deux points de la corde M et N tels que $SM = 30 \text{ cm}$ et $SN = 70 \text{ cm}$.
 - 5-1 Les deux points M et N vibrent-ils en phase ou en opposition de phase?
 - 5-2 Calculer le retard de chaque point par rapport à la source.
- 6- Représenter l'aspect de la corde à l'instant $t' = 0,1 \text{ s}$.

Exercice 2

Une onde progressive sinusoidale de fréquence $50,0 \text{ Hz}$, créée par une source S à partir d'une date $t_0 = 0$, se propage à la surface de l'eau. La figure ci-dessous représente, à une date t, une coupe de cette surface par un plan vertical passant par S. A cette date, l'élongation du point S est nulle.

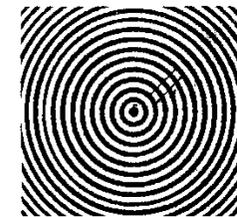
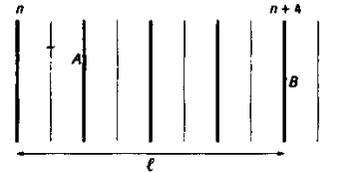


La distance AB est égale à $3,0 \text{ cm}$, l'amplitude constante de l'onde est de 4 mm .

1. L'onde est-elle longitudinale? transversale? circulaire? rectiligne?
2. Quelle est la valeur de la longueur d'onde?
3. Sur le schéma, combien y a-t-il de points vibrant en opposition de phase avec S? Faire un schéma en indiquant les positions et les mouvements de ces points et celui du point S à la date t.
4. Quelle est la célérité de cette onde?
5. Quelle est la valeur de t?
6. Quel a été le sens de la déformation à la date $t_0 = 0$?
7. Comparer, à la date $t' = 0,20 \text{ s}$, l'élongation du point S avec celle du point N situé à une distance $d = 1,25 \text{ cm}$ de S

Exercice 3

On utilise une cuve à ondes. On crée des ondes rectilignes à la surface de l'eau. La fréquence de vibration de la règle est $f = 50 \text{ Hz}$. Un enregistrement est réalisé et on dispose d'une image de cet enregistrement. On voit des lignes claires et noires. On mesure la distance séparant la crête noire de rang n et la même crête noire de rang $n + 4$; on trouve $l = 16 \text{ cm}$.

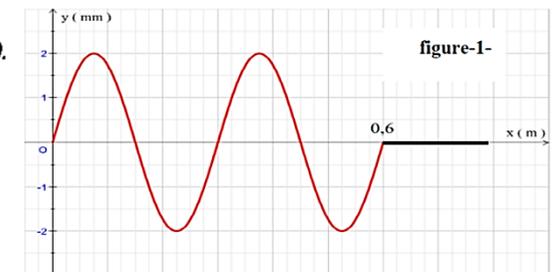


- 1- L'onde est-elle transversale ou longitudinale? Justifier la réponse.
- 2- Calculer la longueur d'onde des ondes se propageant à la surface de l'eau;
- 3- Calculer la célérité des ondes.
- 4- Comparer les mouvements des points A et B. Justifier la réponse.

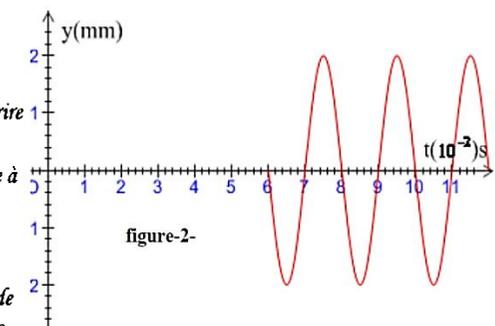
Exercice 4

Une corde élastique de longueur $\ell = 1,2 \text{ m}$ tendue horizontalement est reliée par l'une de ses extrémités S à une lame vibrante qui lui impose des vibrations sinusoidales transversales. L'autre extrémité est enveloppée dans le coton

Le mouvement de S est vertical et débute à $t = 0$.



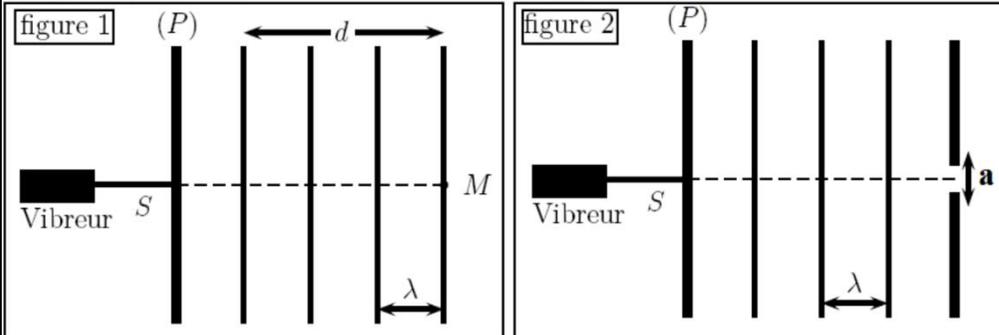
1. Quel est le rôle du coton?
2. On donne l'aspect de la corde à l'instant de date $t_1 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. (figure-1-), déterminer:
 - ♦ La longueur d'onde λ .
 - ♦ La célérité de propagation.
 - ♦ La fréquence N.
3. La figure-2- représente le diagramme de mouvement d'un point M_1 situé à la distance x_1 de la source S.
 - a- Déterminer x_1 .
 - b- Ecrire l'équation de vibration de M_1 .
4. Par application du principe de propagation des ondes, écrire l'équation horaire du mouvement de la source.
5. Déterminer l'équation de la sinusoïde des espaces obtenue à l'instant t_1 , et déduire l'ensemble des points ayant à cet instant une élongation $y = -1 \text{ mm}$ et se déplaçant dans le sens positif.
6. Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en opposition de phase par rapport à la source.



Exercice 1

Sur une cuve à ondes, on crée des ondes rectilignes grâce à une réglette plane menue d'un vibreur réglé à une fréquence $N = 50\text{Hz}$. Ces ondes se propagent sur la surface d'eau sans atténuation et sans réflexion.

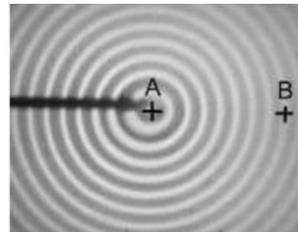
La figure 1 représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné, tel que $d = 15\text{mm}$.



- 1- À l'aide de la figure 1, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ .
- 2- En déduire V la vitesse de propagation des ondes sur la surface de l'eau.
- 3- On considère un point M de la surface de propagation (figure 1). Calculer le retard τ de la vibration du point M par rapport à la source S .
- 4- On double la valeur de la fréquence $N' = 2N$, la longueur d'onde est $\lambda' = 3\text{mm}$. Calculer V' la valeur de la vitesse de propagation dans ce cas. L'eau est-elle un milieu dispersif? Justifier.
- 5- On règle à nouveau la fréquence du vibreur à la valeur 50Hz . On place dans la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur a . Voir figure 2. Représenter, en justifiant la réponse, l'aspect de la surface d'eau lorsque les ondes dépassent l'obstacle dans les deux cas : $a = 4\text{mm}$ et $a = 10\text{mm}$.

Exercice 2

à l'aide d'un vibreur, on crée des ondes progressives sinusoïdales de fréquence f à la surface de l'eau (voir ci-contre). Les points A et B sont distants d'une distance $d = 6,0\text{cm}$.



- 1) Représenter sur la figure 2 la longueur d'onde λ .
- 2) Déterminer précisément cette longueur d'onde.
- 3) Sachant que la fréquence des vibrations vaut $f = 17\text{Hz}$, calculer la célérité de l'onde.

Exercice 3

Les ondes ultrasonores, ce sont des ondes mécaniques de fréquence plus grande que celle des ondes audibles. On l'exploite dans des différents domaines comme l'examen par échographie. Le but de cette exercice est :

L'étude de la propagation d'une onde ultrasonore et détermination des dimensions d'une tube métallique.

I- Propagation d'une onde mécanique

1-1- Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

1-2- Citer la différence entre une onde mécanique transversale et une onde mécanique longitudinale.

2- Propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau

On dispose un émetteur E et deux récepteurs R_1 et R_2 dans une cuve remplie d'eau, de tel sorte que l'émetteur E et les deux récepteurs sont alignés sur une règle graduée. (fig 1)

L'émetteur émet une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par R_1 et R_2 .

Les deux signaux qui sont reçues par les deux récepteurs R_1 et R_2 successivement, sont visualisés à les entrées Y_1 et Y_2 d'un oscilloscope.

Lorsque les deux récepteurs R_1 et R_2 sont placés sur le zéro de la règle graduée, on observe sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme de la figure 2, où les deux courbes qui correspondent aux deux signaux reçus par R_1 et R_2 sont en phase.

On éloigne le récepteur R_2 suivant la règle graduée, on observe que la courbe correspondant au signal détecté par R_2 se translate vers la droite et les deux signaux reçus par R_1 et R_2 deviendront, à nouveau, en phase lorsque la distance qui les sépare est de $d = 3\text{cm}$.

2-1- Donner la définition de la longueur d'onde.

2-2- Écrire la relation entre la longueur d'onde λ , la fréquence N des ondes ultrasonores et sa vitesse de propagation V dans milieu quelconque.

2-3- En déduire de cet expérience la valeur V_e de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau.

3- Propagation des ondes ultrasonores dans l'air.

On maintient les éléments du montage expérimentales dans ces positions ($d=3\text{cm}$) et on vide la cuve de l'eau de tel façon que le milieu de propagation devient l'air, dans ce cas, on observe que les deux signaux reçus par R_1 et R_2 ne sont plus en phase.

3-1- Donner une explication à cette observation.

3-2- Calculer la distance minimale qu'elle faut pour éloigner R_2 de R_1 suivant la règle graduée, pour que les deux signaux soient à nouveau en phase, sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air est $V_a = 340\text{m/s}$.

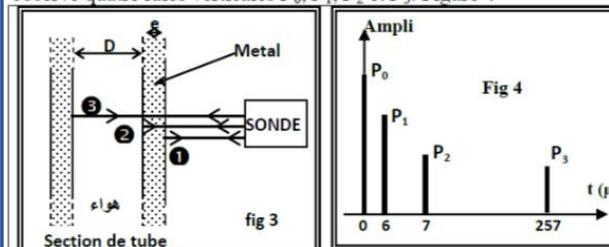
II. Exploitation des ondes ultrasonores pour la mesure les dimensions d'une tube métallique.

Soit une sonde qui joue le rôle d'un émetteur et récepteur, qui émet un signal ultrasonore de direction perpendiculaire à l'axe du tube métallique de la forme cylindrique, d'une durée très brève; figure 3.

Le signal ultrasonore traverse le tube en se propageant et il se réfléchit tant que le milieu de propagation change et revient à la sonde où il se transforme en signal électrique, d'une durée très brève.

On visualise à l'aide d'un oscilloscope à mémoire les deux signaux, émis et reçus en même temps.

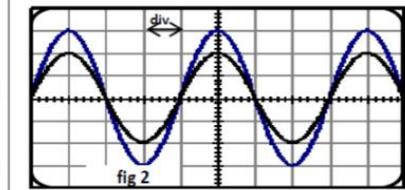
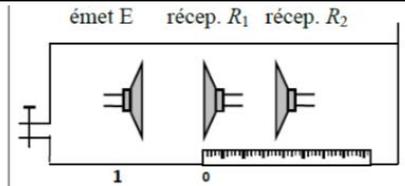
L'oscillogramme obtenu au cours de l'analyse de la tube métallique permet d'obtenir le graphe de la figure 4. On observe quatre raies verticales P_0, P_1, P_2 et P_3 . Figure 4



- P_1 : la sonde capte le signal réfléchi (1).
- P_2 : la sonde capte le signal réfléchi (2).
- P_3 : la sonde capte le signal réfléchi (3).
- La vitesse de propagation des ondes ultrason :
- * dans le tube métallique $V_m = 1.10^4\text{m/s}$
- * Dans l'air $V_a = 340\text{m/s}$.
- P_0 : correspond à la date d'instant $t=0$ de l'émission du signal.

1- Trouver l'épaisseur e du tube métallique.

2- Trouver le diamètre interne du tube métallique.



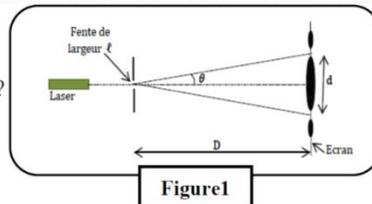
La sensibilité horizontale : $5\mu\text{s/div}$.

Exercice 1

On éclaire une fente de largeur ℓ très petit, par un laser émettant une lumière de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 41 \text{ nm}$, On obtient sur un écran situé à une distance D de la fente des taches lumineuses résultant de la diffraction de la lumière

➤ La célérité de la lumière dans le vide $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

- La lumière émise par le laser est-elle mono ou poly chromatique ? Justifier.
- a. Donner la relation entre λ_0 , ℓ et l'écart angulaire θ du faisceau diffracté.
b. Etablir la relation $\lambda_0 / \ell = d / 2D$.
c. Calculer ℓ pour les conditions expérimentales suivantes : $\lambda_0 = 41 \text{ nm}$, $D = 20 \text{ cm}$ et $d = 1 \text{ cm}$.

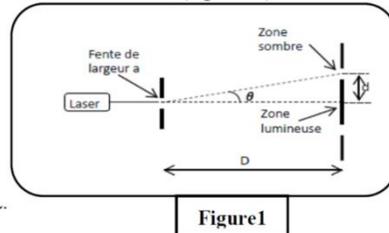


Exercice 2

On réalise une expérience en utilisant un laser émettant une lumière monochromatique de longueur d'onde λ , une fente de largeur a réglable et un écran blanc comme le montre le schéma (figure 1). Une étude expérimentale conduit aux résultats suivants :

- La largeur de la fente $a = 0,2 \text{ mm}$.
- La distance de la fente à l'écran : $D = 2 \text{ m}$.
- La largeur de la tache centrale : $2d = 12,6 \text{ mm}$.

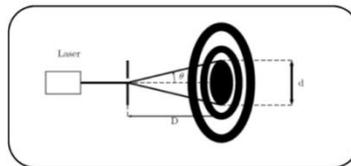
- a. Quelle est le nom du phénomène observé ?
b. Justifier la nature ondulatoire de la lumière.
- a. Donner la relation entre l'angle θ , λ et a .
b. Etablir l'expression de λ en fonction de a , D et d . Calculer λ .
- En utilisant le même laser, indiquer en justifiant, comment varie d , lorsqu'on :
 - diminue la largeur de la fente ?
 - éloigne l'écran sans modifier a ?



Exercice 3

Au cours d'une expérience de diffraction de la lumière monochromatique d'un laser traversant un trou de diamètre a . L'écran est situé à la distance $D = 2,2 \text{ m}$ du trou.

- Décrire le phénomène de diffraction observé sur l'écran pour une petite ouverture.
- On admet que le demi-diamètre θ de la tache centrale pour une ouverture circulaire de diamètre a est de la forme $\theta = 1,22 \lambda / a$ $\Rightarrow 1,22$ étant un coefficient de correction lié à la forme circulaire de l'ouverture. Déterminer une relation entre D , d et θ tel que d le diamètre du trou.



Exercice 4

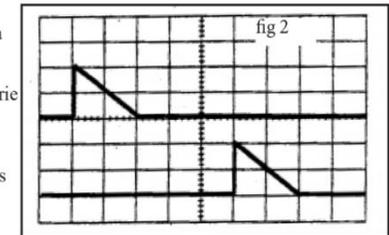
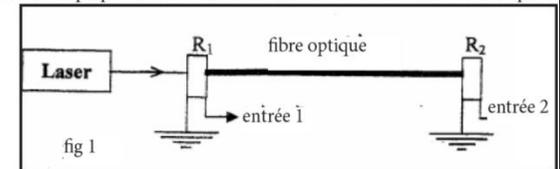
Les fibres optiques sont utilisées dans plusieurs domaines dont la transmission des informations et les signaux numériques à haut débit. Les fibres optiques sont légères (comparativement à d'autres conducteurs électriques) élastiques et conservent la qualité des signaux pour de longues distances. Le cœur de la fibre optique est constitué d'un milieu transparent comme le verre mais plus pur. Cet exercice a pour objectif, la détermination de la célérité d'une onde lumineuse dans la fibre optique et la détermination de son indice de réfraction.

Pour déterminer la célérité d'une onde lumineuse dans une fibre optique de longueur $L = 200 \text{ m}$, on a réalisé le montage représenté sur la figure 1. Les capteurs R_1 et R_2 montés aux deux extrémités de la fibre optique transforment les ondes lumineuses en ondes électriques qu'on visualise sur l'écran d'un oscilloscope. (figure 2)

On donne : La sensibilité horizontale $0,2 \mu\text{s/div}$.
La célérité de la lumière dans le vide : $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
On lit sur l'étiquette de la source laser : longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 600 \text{ nm}$.

- En exploitant la figure 2 :
 - Déterminer le retard temporel enregistré entre R_1 et R_2 .
 - Calculer la célérité de l'onde lumineuse au cœur de la fibre optique.
 - Déduire l'indice de réfraction du milieu qui constitue le cœur de la fibre optique.
 - Calculer la longueur d'onde au cœur de la fibre optique.
- La fibre optique est un milieu transparent dont l'indice de réfraction varie avec la longueur d'onde selon la relation suivante :
$$n = 1,484 + \frac{5,6 \cdot 10^{-15}}{\lambda^2}$$
 dans le SI des unités

On remplace la source laser avec une autre source de longueur d'onde dans le vide $\lambda' = 400 \text{ nm}$, sans rien changer dans le montage expérimental précédent, déterminer le nouveau retard temporel τ' enregistré sur l'écran de l'oscilloscope.



Exercice 5

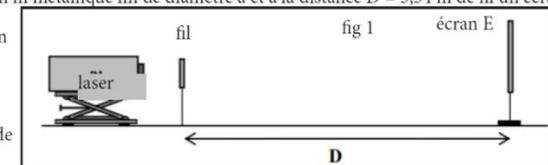
Al hassen ibn elhaytam (354 - 430 de l'hejir) est parmi les premiers savants ayant étudié la lumière et sa nature. Son ouvrage ALMANDIR est une référence fondamentale dans ce domaine puisqu'il a été traduit au latin plus de cinq fois. Aucun savant n'est apparu après ibn alhaytam jusqu'au dix neuvième siècle après Jésus Christ où Isaac Newton présente sa théorie corpusculaire de la lumière et le physicien astronome le hollandais Christian Huygens avec la théorie ondulatoire. Cet exercice vise à étudier quelques propriétés de la lumière et son utilisation pour déterminer le diamètre d'un cheveu.

Données :

La célérité de la lumière dans le vide : $3 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.
Constante de Planck : $6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}^{-1}$.
 $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

On réalise l'expérience de la diffraction de la lumière à l'aide d'une source laser monochromatique de longueur d'onde dans le vide λ . On met à quelques centimètres de cette source un fil métallique fin de diamètre a et à la distance $D = 5,54 \text{ m}$ de fil un écran E. (fig.1)

- On éclaire le fil à l'aide de la source laser, et on observe sur l'écran des taches de diffraction. On note L la largeur de la tache centrale.
 - Quelle est la nature de la lumière mise en évidence par cette expérience ?
 - Exprimer la longueur d'onde λ en fonction de D , L et a , sachant que l'écart angulaire θ entre le centre de la tache centrale et une de ses extrémités est : $\theta = \frac{\lambda}{a}$ (θ très petit).



- On utilise des fils de diamètres différents, et on mesure pour chaque fil la largeur L de la tache centrale. On obtient le graphe de la figure 2 représentant les variations de L en fonction de $\frac{1}{a}$.

- En utilisant le graphe, déterminer la longueur d'onde lumineuse λ .
 - Calculer en eV l'énergie du photon correspondant à cette onde lumineuse.
- On réalise la même expérience en mettant à la place du fil un cheveu de diamètre d . La mesure de la largeur de la tache centrale sur l'écran donne la valeur $L' = 42 \text{ mm}$.

Déterminer en utilisant le graphe le diamètre d du cheveu.

