

La présentation, le soin et la rédaction seront pris en compte pour un point dans la notation.
Tout calcul doit être précédé de la formule utilisée.

الله ولي التوفيق

6 points

EXERCICE 1

35 min

Les parties 1- et 2- de cet exercice sont indépendantes et peuvent être traitées séparément

Notes

1- Les textes ci-dessous retrace succinctement l'évolution de quelques idées à propos de la nature de la lumière.

Huyghens (1629-1695) donne à la lumière un caractère ondulatoire par analogie à la propagation des ondes à la surface de l'eau et à la propagation du son. Pour Huyghens, le caractère ondulatoire de la lumière est fondé sur les faits suivants :

« Le son ne se propage pas dans une enceinte vide d'air tandis que la lumière se propage dans cette même enceinte. La lumière consiste dans un mouvement de la matière qui se trouve entre nous et le corps lumineux, matière qu'il nomme éther ».

« La lumière s'étend de toutes parts^① et, quand elle vient de différents endroits, même de tout opposés^②, les ondes lumineuses se traversent l'une l'autre sans s'empêcher^③ ».

« La propagation de la lumière depuis un objet lumineux ne saurait être^④ par le transport d'une matière, qui depuis cet objet s'en vient jusqu'à nous ainsi qu'une balle ou une flèche traverse l'air ».

Fresnel (1788-1827) s'attaque au problème des ombres et de la propagation rectiligne de la lumière.

Avec des moyens rudimentaires, il découvre et il exploite le phénomène de diffraction. Il perce un petit trou dans une plaque de cuivre. Grâce à une lentille constituée par une goutte de miel déposée sur le trou, il concentre les rayons solaires sur un fil de fer.

① - de toutes parts = dans toutes les directions ② - de tout opposés = de sens opposés

③ - sans s'empêcher = sans se perturber ④ - ne saurait être = ne se fait pas

0,50 1-1- Quelle erreur commet Huyghens en comparant la propagation de la lumière à celle des ondes mécaniques ?

0,50 1-2- Citer deux propriétés générales des ondes que l'on peut retrouver dans le texte de Huyghens.

0,50 1-3- Fresnel a utilisé les rayons solaires pour réaliser son expérience. Une telle lumière est-elle monochromatique ou polychromatique ?

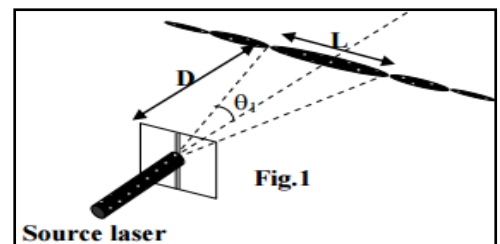
0,50 1-4- Fresnel exploite le phénomène de diffraction de la lumière par un fil de fer. Le diamètre du fil a-t-il une importance pour observer le phénomène de diffraction ? Si oui, indiquer quel doit être l'ordre de grandeur de ce diamètre.

2-Applications sur la diffraction de la lumière

2-1- Mesure de la largeur d'une fente

Un faisceau de lumière laser, de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 632,8 \text{ nm}$, tombe normalement sur une fente verticale de largeur « a ». La figure de diffraction est observée sur un écran placé

perpendiculairement au faisceau laser à une distance $D=1,5 \text{ m}$ de la fente. Soit « L » la largeur linéaire de la tache centrale (Fig. 1). Pour faibles angles, prendre $\tan\theta \approx \theta$ en radian.

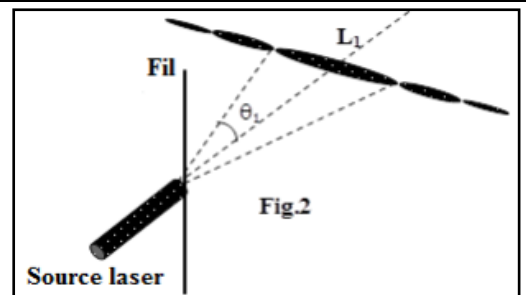


0,75 2-1-1- Établir la relation entre a, λ , L et D.

0,50 2-1-2- Sachant que $L = 6,3 \text{ mm}$, calculer la largeur « a » de la fente utilisée.

2-2- Contrôle de la fabrication des fils fins

Un fabricant de fils fins désire contrôler le diamètre des fils produits. Il conserve la même source laser mentionnée dans (2-1) mais il remplace la fente par un fil fin vertical. Il observe sur l'écran le phénomène de diffraction (figure 2). Pour $D = 2,60 \text{ m}$, il obtient une tache centrale de largeur linéaire constante $L_1 = 3,4 \text{ mm}$.



0,50

2-2-1- Calculer la valeur du diamètre « a_1 » du fil éclairé en un point donné.

0,50

2-2-2- Le fabricant éclaire le fil en différentes positions dans les mêmes conditions précédentes. Préciser l'indicateur qui lui permet de contrôler que le diamètre du fil est constant.

2-3- Mesure de l'indice de l'eau

On plonge le dispositif de la partie (2-1) dans l'eau d'indice de réfraction n_{eau} . On obtient une nouvelle figure de diffraction. On trouve que pour $D = 1,5 \text{ m}$ et $a = 0,3 \text{ mm}$, la largeur linéaire de la tache centrale est $L_2 = 4,7 \text{ mm}$.

0,50

2-3-1- Calculer la longueur d'onde λ' de la lumière laser dans l'eau.

0,75

2-3-2- Déterminer la relation entre λ , λ' et n_{eau} . Déduire la valeur de n_{eau} .

0,50

2-3-3- Si l'on envisageait de réaliser la même étude expérimentale en utilisant une lumière blanche, on observerait des franges irisées. Sachant que la lumière visible possède une longueur d'onde dans le vide comprise entre 400 nm et 800 nm, justifier succinctement l'aspect « irisé » de la figure observée.

7 points

EXERCICE 2

35 min

Notes

I- Le scorpion des sables utilise des ondes pour localiser sa proie : lorsqu'un insecte bouge, même faiblement, il produit en effet des ondes à la surface du sable. En fait, il se crée deux types d'ondes : Des ondes longitudinales qui se propagent avec une vitesse $v_L = 150 \text{ m.s}^{-1}$, et des ondes transversales qui se propagent avec une vitesse $v_T = 50 \text{ m.s}^{-1}$.

Les huit pattes du scorpion des sables comportent des récepteurs très sensibles aux oscillations de matière. En les écartant sur un cercle d'environ 5 cm de diamètre, le scorpion intercepte les ondes longitudinales plus rapides, et détermine la direction de l'insecte. En analysant la durée Δt entre cette première interception et l'interception des ondes transversales plus lentes, il estime alors la distance d qui le sépare de sa proie.



0,75

1- Qu'est-ce qui différencie une onde longitudinale d'une onde transversale ?

0,75

2- Exprimer la durée Δt en fonction de la distance d qui le sépare de l'insecte et des célérités v_L et v_T . Si $\Delta t = 5,0 \text{ ms}$, quelle est la valeur de d ?

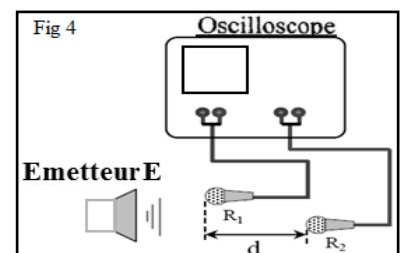
II- L'échographie est un outil du diagnostic médical. Sa technique utilise une sonde à ultrasons.

1-Détermination de la célérité d'une onde ultrasonore dans l'air
On se propose de déterminer la célérité d'une onde ultrasonore dans l'air à partir de la mesure de la longueur d'onde λ . d'un signal émis par la sonde d'un échographe de fréquence N . Pour cela, on utilise un émetteur E produisant une onde périodique sinusoïdale de même fréquence que celle de la sonde (Fig 4).

Les récepteurs R_1 et R_2 sont à égales distances de l'émetteur E ,

on observe sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme de la figure 5

Lorsqu'on éloigne le récepteur R_2 d'une distance d (Figure ci-contre), les deux sinusoïdes



visualisées sur l'oscilloscope se décalent.

Les deux courbes sont en phase à chaque fois que la distance d entre R_1 et R_2 est un multiple entier n de λ , avec $n \in \mathbb{N}^*$.

0,75

1-1- Définir la longueur d'onde.

0,75

1-2- Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

- a- Les ultrasons sont des ondes transportant la matière.
- b- Les ultrasons sont des ondes mécaniques.
- c- Les ultrasons se propagent avec la même vitesse dans tous les milieux.

0,75

1-3- Déterminer la fréquence N des ondes ultrasons.

0,75

1-4- Dans l'expérience réalisée, on relève pour $n = 12$, la distance $d = 10,2 \text{ cm}$. Déterminer la célérité de l'onde dans l'air.

2- Application à l'échographie:

La sonde échographique utilisée est à la fois un émetteur et un récepteur. Lorsque les ondes se propagent dans le corps humain, elles sont en partie réfléchies par les parois séparant deux milieux différents.

La partie réfléchie de l'onde est reçue par la sonde puis analysée par un système informatique.

La figure 6 représente le schéma du dispositif permettant l'échographie d'un fœtus.

Lors de l'examen, une salve d'ondes est émise par l'émetteur de la sonde à la date $t = 0$.

L'onde est réfléchie au point A et au point B. La sonde reçoit la première onde réfléchie à la date $t_1 = 80 \mu\text{s}$ et la deuxième à la date $t_2 = 130 \mu\text{s}$.

0,75

On admet que la vitesse des ondes ultrasonores dans le corps humain est $V_c = 1540 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Trouver l'épaisseur d du fœtus.

3- Diffraction de l'onde ultrasonore dans l'air:

Le schéma expérimental représenté sur la figure 7 comporte :

- l'émetteur E émettant l'onde ultrasonore de fréquence $N = 40 \text{ kHz}$,
- le récepteur R lié à un oscilloscope,
- une plaque métallique (P) percée d'une fente rectangulaire de largeur a très petite devant sa longueur,
- une feuille graduée permettant de mesurer les angles en degrés.

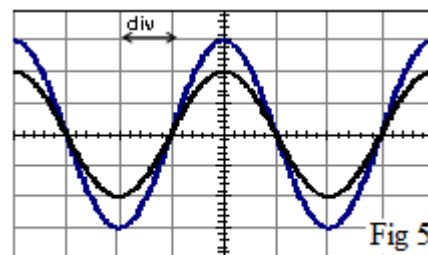
On déplace le récepteur R dans le plan horizontal d'un angle θ sur l'arc de cercle de centre F et de rayon $r = 40 \text{ cm}$ et on note pour chaque amplitude U_m de l'onde reçue par R, l'angle θ correspondant.

0,75

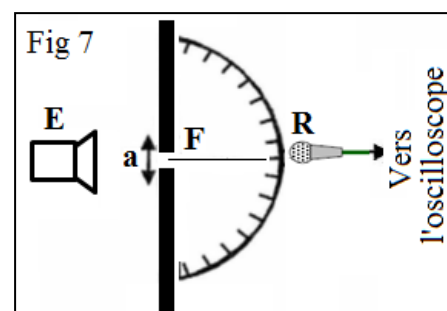
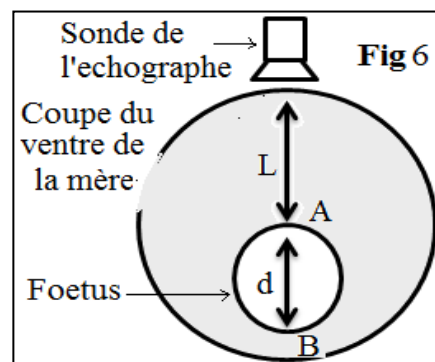
3-1- Comparer la longueur d'onde de l'onde incidente avec celle de l'onde diffractée.

1,00

3-2- Trouver la distance du déplacement du récepteur pour observer le premier minimum d'amplitude U_m de la tension du récepteur. On donne $a = 2,6 \text{ cm}$.



Sensibilité horizontale : $6,25 \mu\text{s}/\text{div}$.



7 points

EXERCICE 3

45 min

Notes

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme désinfectant pour des plaies, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment.

Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de réagir sur lui-même c'est à dire de se décomposer selon la réaction totale de l'équation suivante :



L'eau oxygénée du commerce se présente en flacons opaques afin d'éviter que la lumière favorise la transformation chimique précédente.

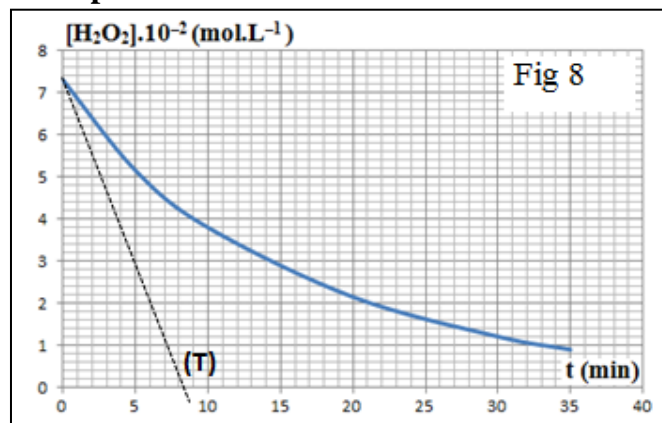
Par définition, le titre de l'eau oxygénée est le volume de dioxygène $V(\text{O}_2)$ (exprimé en litres) libéré par un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène suivant la réaction de décomposition dans les conditions normales de température et de pression.

Données :

Le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) intervient dans deux couples: $\text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq}) / \text{H}_2\text{O} (\text{l})$ et $\text{O}_2 (\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2 (\text{aq})$.
Volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience (**normales**) : $V_m \approx 25 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

- 0,50 1- Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction des deux couples auxquels le peroxyde d'hydrogène appartient.
- 0,25 2- Compléter le tableau d'avancement de la réaction de la décomposition de l'eau oxygénée (en annexe à remettre avec la copie).
- 3- On mélange 10,0 mL de la solution commerciale d'eau oxygénée avec 85 mL d'eau. À l'instant $t=0$ s, on introduit dans le système solution de fer III pour accélérer la réaction.

Au bout d'un temps déterminé, on prélève 10,0 mL du mélange réactionnel que l'on verse dans un bécher d'eau glacée. On titre alors le contenu du bécher par une solution de permanganate de potassium afin de déterminer la concentration en peroxyde d'hydrogène se trouvant dans le milieu réactionnel. On obtient la courbe de figure 8.



- 0,75 3-1- En utilisant le tableau d'avancement de la réaction du système proposé en annexe, exprimer l'avancement de la transformation $x(t)$ en fonction de $[\text{H}_2\text{O}_2]_t$ concentration de peroxyde d'hydrogène présent à l'instant t et de $[\text{H}_2\text{O}_2]_0$ concentration de peroxyde d'hydrogène à $t=0$.
- 0,75 3-2- La vitesse volumique v de la transformation chimique est définie comme étant le rapport de la dérivée de l'avancement $x(t)$ en fonction du temps par le volume V du système : $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx(t)}{dt}$

En utilisant la relation obtenue à la question 3-1-, montrer que cette vitesse v peut être exprimée par la relation suivante : $v = -\frac{1}{2} \cdot \frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt}$.

- 0,75 3-3- Calculer la vitesse volumique de la réaction à l'instant $t=0$ min. ((T) est la tangente à $t=0$)
- 0,75 3-4- En s'aidant de la relation précédente et de la courbe d'évolution de la concentration en eau oxygénée en fonction du temps, indiquer comment évolue la vitesse de la transformation chimique au cours du temps. Expliquer le raisonnement.
- 0,50 3-5- Comment peut-on expliquer que la vitesse évolue de cette manière au cours de la transformation ?
- 0,50 3-6- Donner la définition du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
- 1,00 3-7- Montrer que lorsque $t = t_{1/2}$ alors $[\text{H}_2\text{O}_2]_{t_{1/2}} = \frac{[\text{H}_2\text{O}_2]_0}{2}$ et en déduire graphiquement la valeur de $t_{1/2}$.
- 0,75 3-8- Déterminer le titre de l'eau oxygénée utilisé dans cette étude.
- 0,50 4- Si la transformation chimique étudiée avait été réalisée à une température plus élevée, comment aurait évolué le temps de demi-réaction ? Justifier.

Nom et prénom.....

N° : Classe :

Équation chimique		$2 \text{H}_2\text{O}_{2(aq)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} + \text{O}_{2(g)}$	
État du système	Avancement	Quantités de matière (en mol)	
initial	$x = 0$	$n_0 (\text{H}_2\text{O}_2)$	En excès
au cours de transformation	$x(t)$		
État final	x_{max}		