

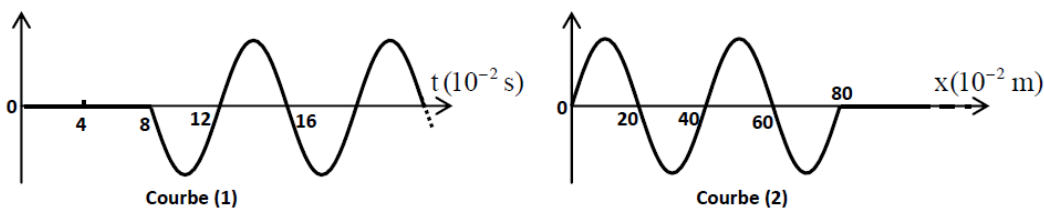
Examens nationales - SM : Les ondes

Rattrapage sujet 2019

Une lame vibrante en mouvement sinusoïdal de fréquence N , fixée à l'extrémité S d'une corde élastique SA très longue et tendue horizontalement, génère le long de celle-ci une onde progressive périodique non amortie de célérité v . Un dispositif approprié, placé en A, empêche toute réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$.

Les courbes (1) et (2) de la figure ci-dessous représentent l'élongation d'un point M de la corde, situé à la distance d de S, et l'aspect de la corde à un instant t_1 .



1- Identifier, en justifiant, la courbe représentant l'aspect de la corde à l'instant t_1 . (0,25 pt)

2- Donner le nombre d'affirmations justes parmi les affirmations suivantes : (0,5 pt)

- a- Le phénomène de diffraction ne se produit jamais pour une onde mécanique.
- b- Les ondes progressives périodiques sinusoïdales se caractérisent par une périodicité temporelle et une périodicité spatiale.
- c- L'onde qui se propage le long de la corde est une onde longitudinale.
- d- La vitesse de propagation d'une onde mécanique ne dépend pas de l'amplitude de l'onde.

3- Par exploitation des courbes précédentes, déterminer :

3-1- la longueur d'onde λ , la période T et la célérité v de l'onde. (0,75 pt)

3-2- le retard temporel τ du point M par rapport à la source S de l'onde et déduire la distance d . (0,5 pt)

4- On donne la relation qui lie la célérité v de l'onde, la tension F de la corde et sa masse linéique μ

(quotient de la masse sur la longueur) : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$.

4-1- En utilisant les équations aux dimensions, vérifier l'homogénéité de la relation précédente. (0,25 pt)

4-2- La corde est-elle un milieu dispersif ? Justifier. (0,25 pt)

4-3- On double la tension F de la corde ($F' = 2F$) sans modifier la fréquence N .

Déterminer dans ce cas la longueur d'onde λ' . (0,5 pt)

Rattrapage sujet 2018

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 $N = 40$ kHz. Pour cela,

on utilise un émetteur E produisant une onde périodique sinusoïdale de même fréquence que celle de la sonde.

Les récepteurs R1 et R2 sont à égales distances de l'émetteur E. Lorsqu'on éloigne le récepteur R2 d'une distance d (Figure 1), les deux sinusoïdes visualisées sur l'oscilloscope se décalent. Les deux courbes sont en phase à chaque fois que

la distance d entre R1 et R2 est un

multiple entier n de λ avec $n \in \mathbb{N}^*$.

1-1- Définir la longueur d'onde.

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

a- Les ultrasons sont des ondes transportant la matière.

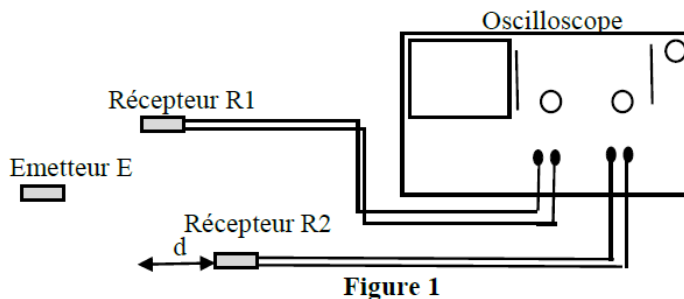
b- Les ultrasons sont des ondes mécaniques.

c- Les ultrasons se propagent avec la même vitesse dans tous les milieux.

d- Le domaine de la longueur d'onde des ondes ultrasonores est : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$.

1-3- 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.

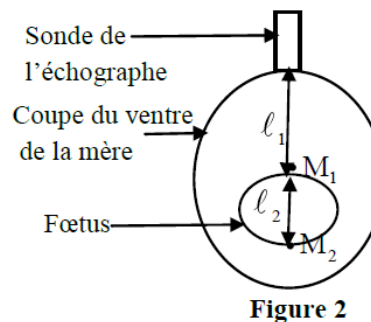
La partie réfléchie de l'onde est reçue par la sonde puis analysée par un système informatique.

La figure 2 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 M_1 et au point

M_2 . La sonde reçoit la première onde réfléchie à la date

$t = t_1 = 80 \mu\text{s}$ et la deuxième à la date $t = t_2 = 130 \mu\text{s}$.



Trouver l'épaisseur l_2 du fœtus.

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

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

Le schéma expérimental représenté sur la figure 3 comporte :

- l'émetteur E émettant l'onde ultrasonore de fréquence $N = 40 \text{ kHz}$,

- le récepteur R1 lié à un oscilloscope,

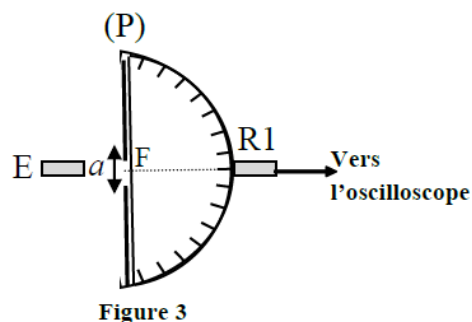
- une plaque métallique (P) percée d'une fente rectangulaire de largeur a très petite devant sa longueur,

- une feuille graduée permettant de mesurer les angles en degrés.

On déplace le récepteur R1 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 R1, l'angle θ correspondant.

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



3-2- On donne $a = 2,6 \text{ cm}$.

Trouver la distance du déplacement du récepteur pour observer le premier minimum d'amplitude U_m de la tension du récepteur.

Normale sujet 2017

On s'intéresse dans cet exercice à l'étude de certaines propriétés de la lumière rouge émise par un laser hélium-néon(He-Ne). Dans l'air, la longueur d'onde de cette lumière est $\lambda = 633 \text{ nm}$.

- Données :**
- Célérité de la lumière dans l'air : $c = 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
 - Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$;
 - $1 \text{ eV} = 1,6022.10^{-19} \text{ J}$;
 - Pour les petits angles : $\tan \theta \approx \theta$ où θ est exprimé en radian.

1-Diffraction de la lumière monochromatique émise par le laser hélium-néon(He-Ne) :

Pour déterminer la largeur a d'une fente d'un diaphragme, on utilise la lumière rouge monochromatique émise par le laser hélium-néon. Pour cela, on réalise l'expérience schématisée sur la figure 1.

On éclaire la fente de largeur a par le faisceau laser et on observe des taches lumineuses sur un écran placé à une distance D de la fente. Ces taches sont séparées par des zones sombres. La largeur de la tache centrale est ℓ .

1-1- Choisir la proposition juste parmi les affirmations suivantes :

- a- Dans le verre, la lumière se propage avec une vitesse plus grande que dans l'air.
- b- L'écart angulaire est : $2\theta = \frac{\lambda}{a}$.
- c- La fréquence de la lumière émise par le laser hélium-néon est $\nu = 4,739.10^{14} \text{ Hz}$.
- d- L'écart angulaire est plus grand si on remplace la lumière rouge par une lumière violette.

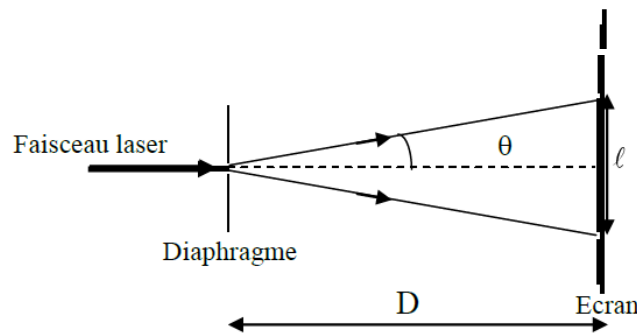


Figure 1

1-2- Dans le cas des petits angles, établir l'expression de la largeur a en fonction de D , ℓ et λ .

Pour une distance $D = 1,5 \text{ m}$ on mesure la largeur de la tache centrale et on trouve $\ell = 3,4 \text{ cm}$. Calculer a .

1-3- On modifie la distance entre la fente et l'écran en prenant $D' = 3 \text{ m}$. Calculer la valeur de l'écart angulaire et celle de la largeur de la tache centrale.

2- Etude de la radiation émise par le laser He-Ne :

2-1- Calculer, en électron-volt (eV), l'énergie du photon associée à la lumière rouge émise.

2-2- La figure 2 représente un diagramme simplifié des niveaux d'énergie de l'atome de néon. La radiation de longueur d'onde $\lambda = 633 \text{ nm}$ émise par le laser He-Ne est due au passage de l'atome du néon Ne du niveau d'énergie E_n au niveau d'énergie E_p .

Déterminer E_n et E_p .

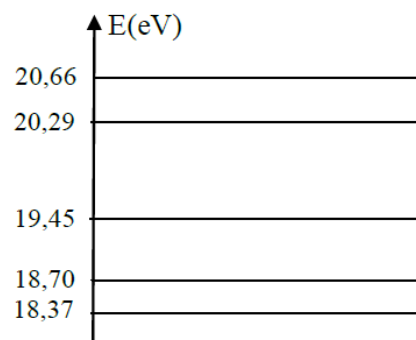


Figure 2

Rattrapage sujet 2016

Ondes : Propagation d’une onde ultrasonore (2,25 points)

On trouve parmi les applications des ondes ultrasonores, l’exploration du relief des fonds marins et la localisation des regroupements de poissons, ce qui nécessite la connaissance de la vitesse de propagation de ces ondes dans l’eau de mer.

Le but de cet exercice est de déterminer la vitesse de propagation d’une onde ultrasonore dans l’air et dans l’eau de mer.

1-Détermination de la vitesse de propagation d’une onde ultrasonore dans l’air

On place un émetteur E d’ondes ultrasonores et deux récepteurs R₁ et R₂ comme l’indique la figure 1.

L’émetteur E envoie une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l’air. Celle-ci est captée par les deux récepteurs R₁ et R₂.

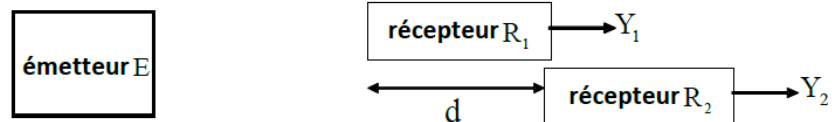


Figure 1

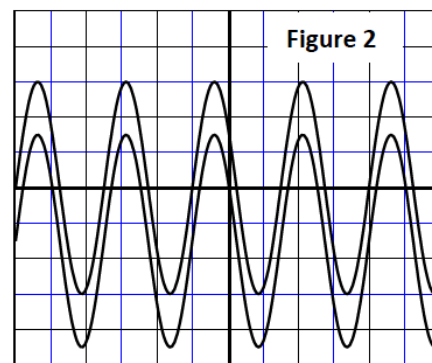
On visualise, à l’oscilloscope,

sur la voie Y₁ le signal capté par R₁ et sur la voie Y₂ le signal capté par R₂.

Lorsque les deux récepteurs R₁ et R₂ se trouvent à la même distance de l’émetteur E, les deux courbes correspondant aux signaux captés sont en phase (figure 2).

En éloignant R₂ de R₁, on constate que les deux courbes ne restent plus en phase.

En continuant d’éloigner R₂ de R₁, on constate que les deux courbes se retrouvent à nouveau en phase et pour la quatrième fois, lorsque la distance entre les deux récepteurs R₁ et R₂ est d=3,4 cm (figure 1).



$S_H = 10 \mu s \cdot div^{-1}$

1-1- Choisir la proposition juste, parmi les propositions suivantes :

- a- Les ondes ultrasonores sont des ondes électromagnétiques.
- b - Les ondes ultrasonores ne se propagent pas dans le vide .
- c- Le phénomène de diffraction ne peut pas être obtenu par les ondes ultrasonores.
- d- Les ondes ultrasonores se propagent dans l’air avec une vitesse égale à la célérité de la lumière.

1-2- Déterminer la fréquence N de l’onde ultrasonore étudiée.

1-3 -Vérifier que la vitesse de propagation de l’onde ultrasonore dans l’air est $V_a = 340 m \cdot s^{-1}$.

2-Détermination de la vitesse de propagation d’une onde ultrasonore dans l’eau de mer

L’émetteur envoie l’onde ultrasonore précédente dans deux tubes, l’un contenant de l’air l’autre étant rempli d’eau de mer (figure 3).

Le récepteur R₁ capte l’onde qui se propage dans l’air et le récepteur R₂ capte l’onde qui se propage dans l’eau de mer.

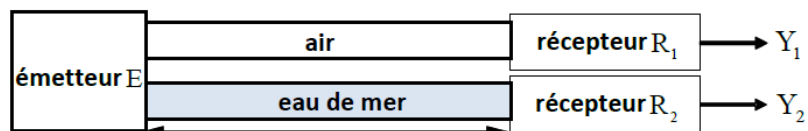


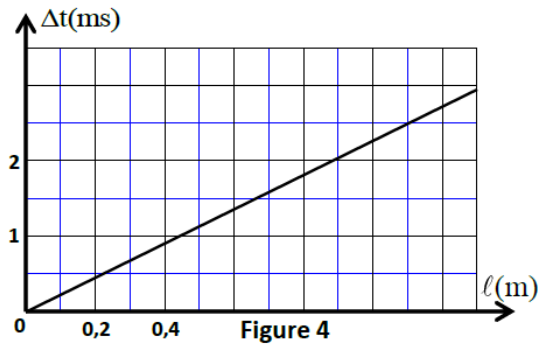
Figure 3

Soient Δt le retard temporel de réception de l'onde qui se propage dans l'air par rapport à celle qui se propage dans l'eau de mer et ℓ la distance entre l'émetteur et les deux récepteurs.

En mesurant le retard Δt pour différentes distances ℓ entre l'émetteur et les deux récepteurs (figure 3), on obtient la courbe de la figure 4.

2-1-Exprimer Δt en fonction de ℓ , V_a et V_e vitesse de propagation de l'onde dans l'eau de mer.

2-2 -Déterminer la valeur de V_e .



Rattrapage sujet 2015

Le but de cet exercice est d'étudier la propagation d'une onde lumineuse émise par une source laser à travers un prisme (P) en verre d'indice de réfraction n pour cette radiation. La longueur d'onde de cette radiation dans l'air est λ_0 .

Données :

- Célérité de la lumière dans l'air : $c \approx 3.10^8 \text{ m.s}^{-1}$;
- $1\text{MeV} = 1,6.10^{-13} \text{ J}$
- Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$;
- Indice de réfraction du prisme $n = 1,61$;
- $\lambda_0 = 633 \text{ nm}$

1- Choisir la réponse juste parmi les propositions suivantes :

- a- La lumière a la même célérité dans tous les milieux transparents.
- b- La fréquence d'une onde lumineuse varie lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre.
- c- La longueur d'onde d'une onde lumineuse ne dépend pas de la nature du milieu de propagation.
- d- L'indice de réfraction d'un milieu transparent dépend de la longueur d'onde de la radiation monochromatique qui le traverse.
- e- Les ultrasons sont des ondes électromagnétiques.

2- La radiation émise par cette source laser correspond à la transition des atomes du néon d'un état d'énergie E_2 à un état d'énergie E_1 ($E_2 > E_1$). Calculer en MeV la variation d'énergie $\Delta E = E_2 - E_1$.

3- Un faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ_0 émis de la source laser est envoyé sur l'une des faces du prisme (P) (voir figure ci-dessous).

3-1- Cette radiation appartient-elle au domaine du spectre visible ? justifier.

3-2- Calculer la fréquence ν de cette radiation.

3-3- Déterminer pour cette radiation, la vitesse de propagation et la longueur d'onde λ dans le prisme.

3-4- On remplace la source laser par une source de lumière blanche. Qu'observe-t-on sur l'écran (E) après que la lumière blanche ait traversé le prisme ? Quel est le phénomène mis en évidence par cette expérience ?

