

DS N°1 de physique Chimie (Durée 2 h)

Calculatrice autorisée.

Bien lire l'énoncé, justifiez vos propos, le sujet comporte 5 pages

EXERCICE I - NETTOYAGE EN ARCHÉOLOGIE

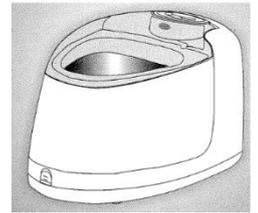
Les ultrasons au service du nettoyage

On trouve dans le commerce des appareils de nettoyage utilisant les ultrasons. Le document 1 décrit la première page de la notice d'un exemple d'appareil de ce type.

Document 1 : notice simplifiée d'un appareil de nettoyage à ultrasons

Descriptif :

- réservoir amovible en acier inoxydable
- fréquence des ultrasons 42 kHz à $\pm 2\%$
- nettoyage facile des objets immergés dans l'eau sous l'effet des ultrasons
- utiliser de préférence de l'eau fraîchement tirée du robinet.

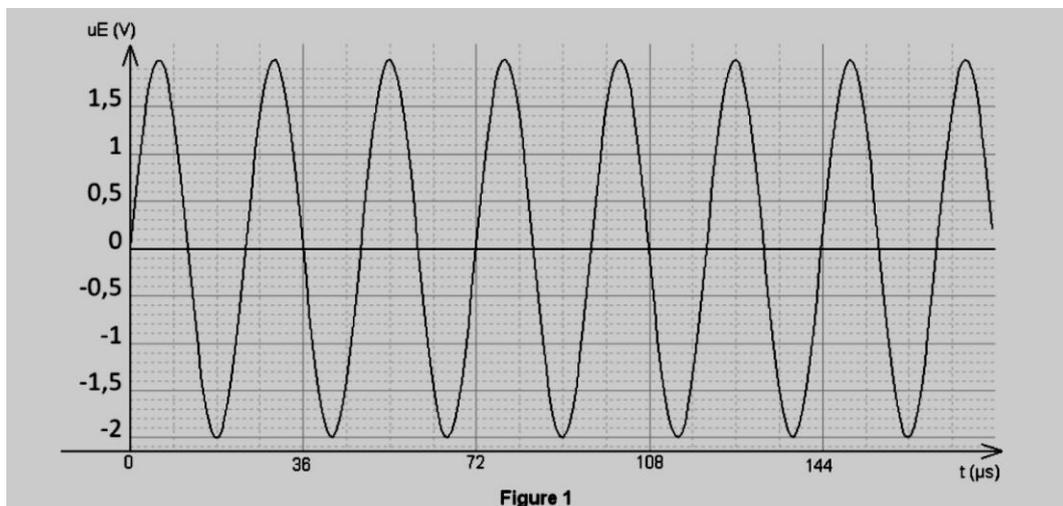


Référence : nettoyeur à ultrasons CD-3900

1. Étude des ultrasons

- Données :
- célérité des ultrasons dans l'air : $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$ à 25 °C.
 - célérité des ultrasons dans l'eau : $v' = 1500 \text{ m.s}^{-1}$.

On souhaite étudier les ultrasons émis par l'appareil décrit dans le document 1. Pour cela, on isole l'émetteur E à ultrasons de cet appareil et on visualise le signal émis à l'aide d'un capteur relié à la voie 1 d'un oscilloscope. Les mesures sont faites dans l'air à la température de 20 °C. On obtient le signal u_E suivant :



1.1. Déterminer la période T du signal représenté sur la **figure 1**. Expliquer la méthode.

1.2. En déduire la fréquence f des ultrasons. Comparer avec la valeur de référence.

1.3. On souhaite déterminer la longueur d'onde λ des ultrasons. Pour cela, on visualise à la fois le signal émis par l'appareil et appliqué sur la voie 1 d'un oscilloscope et le signal u_R reçu par un récepteur R à ultrasons connecté sur la voie 2 de cet oscilloscope. On part d'une situation où les signaux délivrés par l'émetteur E et par le récepteur R placé en face sont en phase. On s'aperçoit que lorsque l'on éloigne le récepteur R tout en restant en face de l'émetteur fixe E, la courbe qui correspond au récepteur se décale vers la droite. Les signaux obtenus sont représentés sur la **figure 2** lorsque les courbes reviennent pour la première fois en phase. On détermine la distance dont on a déplacé le récepteur R lorsque l'on obtient la **figure 2** page suivante, et on mesure 8 mm.

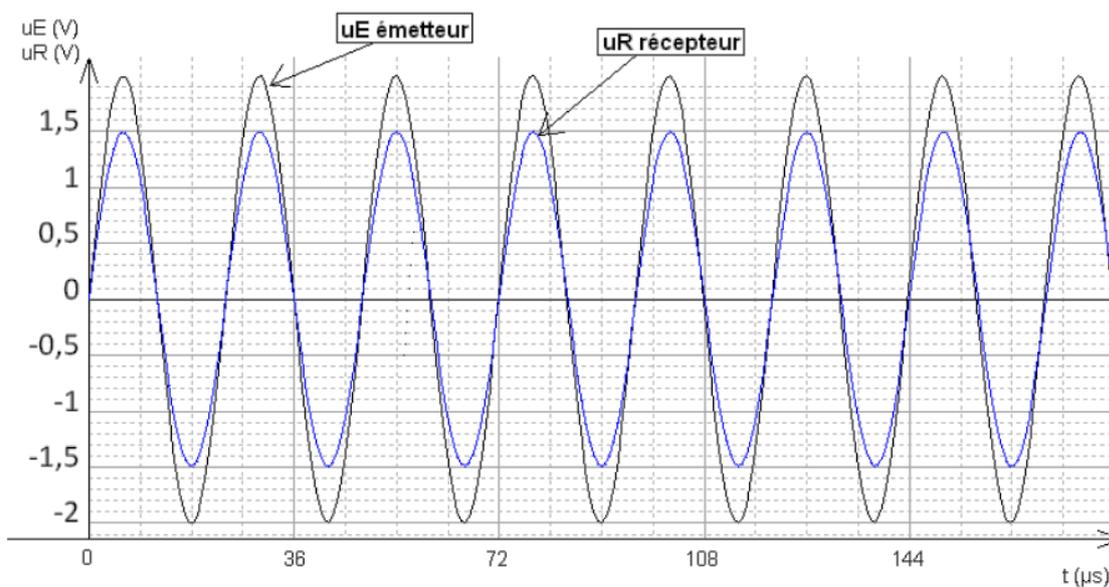


Figure 2

1.3.1. Définir la longueur d'onde λ d'une onde.

1.3.2. Déterminer la longueur d'onde λ à partir de l'expérience précédente. Que peut-on faire pour augmenter la précision de la mesure ?

1.3.3. Calculer la célérité v des ondes ultrasonores dans l'air. Expliquer un écart éventuel avec la valeur attendue.

1.4. En utilisation normale de l'appareil, la longueur d'onde des ultrasons est différente de la valeur obtenue à la question 1.3.2. et vaut 4 cm. Expliquer cette différence.

2. Étude du nettoyage

2.1. Les ondes ultrasonores sont-elles des ondes mécaniques ?

2.2. Choisir parmi les grandeurs suivantes celle qui permet de différencier les ondes ultrasonores et les ondes sonores.

Niveau d'intensité sonore - timbre - fréquence - vitesse de propagation dans le même milieu à la même température.

EXERCICE II. PROPAGATION D'UNE ONDE

I. Étude sur une cuve à ondes.

On laisse tomber une goutte d'eau sur une cuve à ondes. Le fond de la cuve à ondes présente un décrochement de telle sorte que l'onde créée par la chute de la goutte d'eau se propage d'abord à la surface de l'eau dont l'épaisseur au repos est $e_1 = 3$ mm puis ensuite à la surface de l'eau dont l'épaisseur au repos est $e_2 = 1$ mm. On filme la surface de l'eau à l'aide d'une *webcam*. Le clip vidéo est effectué avec une fréquence de 24 images par seconde. **Le document 1 (annexe 1)** représente les positions du front de l'onde créée par la chute de la goutte d'eau, repérées sur les images n° 1, n° 7, n° 8 et n° 14 du clip.

- I.1. Donner les définitions d'une onde transversale et d'une onde longitudinale. À quelle catégorie appartient l'onde créée par la goutte d'eau sur la cuve à ondes ?
- I.2. Calculer la célérité c de cette onde pour les deux épaisseurs d'eau mentionnées dans le **document 1 (annexe 1)**. L'échelle de ce document est 1 (1 cm représente 1 cm).
- I.3. Comment varie, dans cet exemple, la célérité c de l'onde en fonction de l'épaisseur de l'eau ?

II. Ondes périodiques.

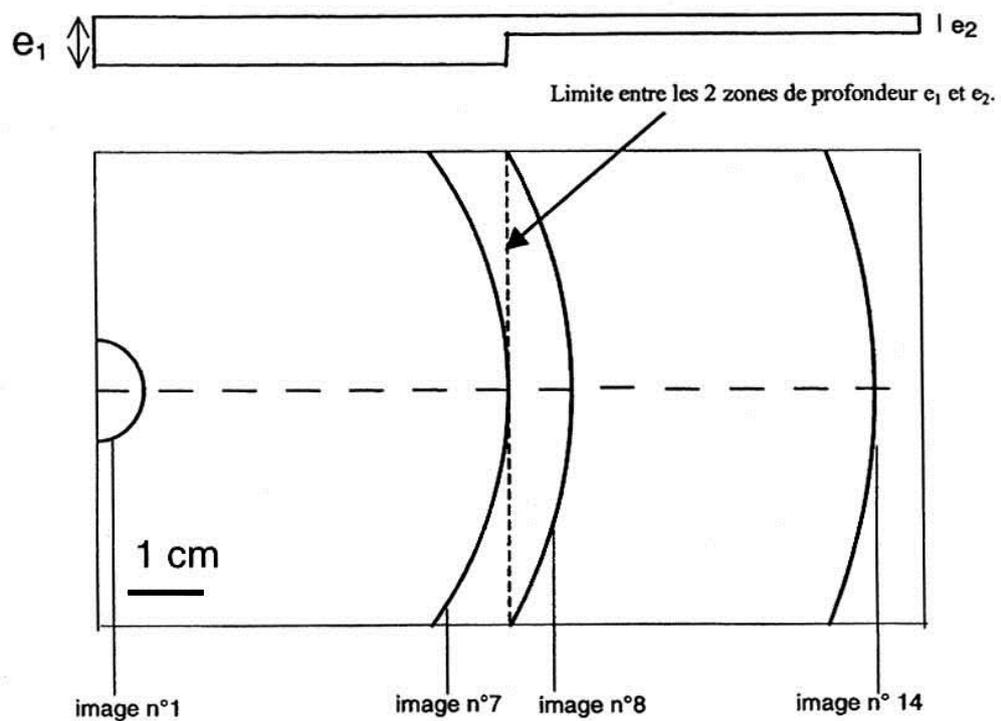
On installe sur la cuve à ondes un vibreur qui permet d'obtenir des ondes planes. La fréquence du vibreur a été fixée à 24 Hz. Une source lumineuse éclaire la surface de l'eau. Cette lumière traverse l'eau et est captée ensuite par la *webcam*. **Le document 2 d'échelle 1 (annexe 1)** représente l'onde périodique obtenue à partir d'une image du clip vidéo.

- II.1. Comment appelle-t-on la distance séparant deux franges brillantes (ou sombres) successives ? Quelle relation lie cette grandeur à la célérité c de l'onde et sa période temporelle T ?
- II.2. À l'aide du **document 2 (annexe 1)**, calculer la célérité c de l'onde périodique pour les deux épaisseurs d'eau de 3 et 1 mm. Quelle est l'influence de l'épaisseur de l'eau sur la célérité de l'onde périodique ?
- II.3. On utilise maintenant une cuve à ondes sans décrochement. L'épaisseur de l'eau au repos est constante. Après avoir fait varier la fréquence du vibreur, on a réalisé des photographies et on a mesuré la longueur d'onde λ pour chacun des enregistrements.
Les résultats ont été consignés dans le tableau ci-dessous.

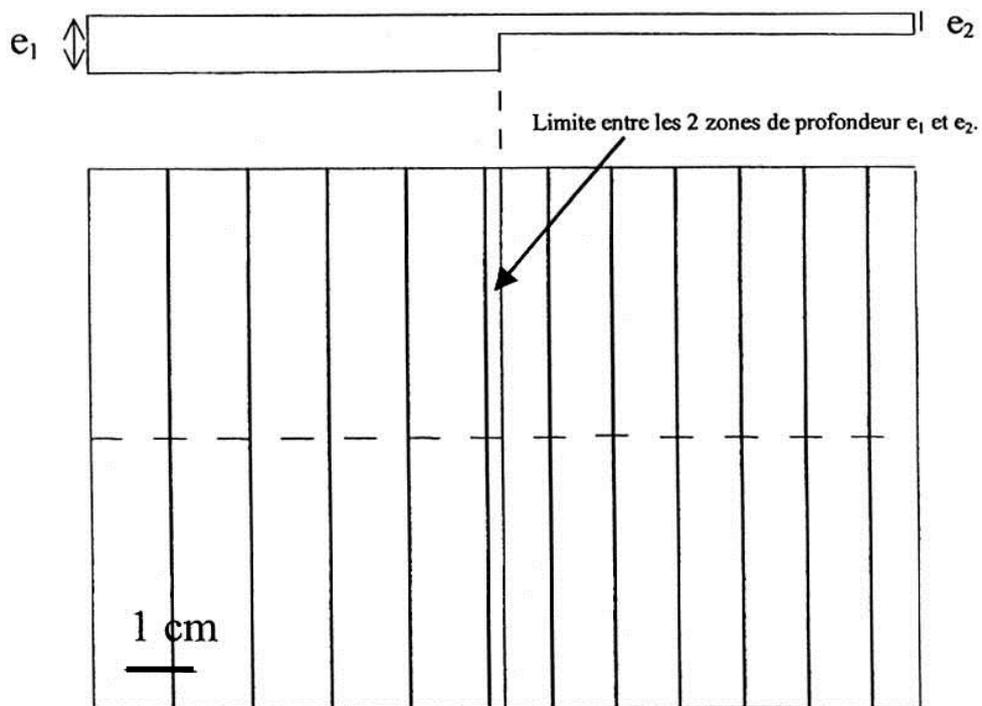
f (Hz)	12	24	48	96
λ (m)	0,018	0,0097	0,0059	0,0036

Calculer la célérité c de l'onde périodique pour chaque enregistrement.
Comment évolue cette célérité en fonction de la fréquence de l'onde ?

Document 1



Document 2



EXERCICE III. À PROPOS DE L'ASPIRINE

L'aspirine reste le médicament le plus consommé au monde.

L'aspirine peut se présenter sous de multiples formes (comprimés simples ou effervescents, poudre soluble...), chacune renfermant de l'acide acétylsalicylique, principe actif. Par la suite, cet acide est noté AH et l'ion acétylsalicylate A^- .

L'exercice qui suit a pour but d'étudier le comportement de la molécule AH en solution aqueuse. La réaction entre la molécule AH et l'eau modélise la transformation étudiée.

Masse molaire moléculaire de l'acide acétylsalicylique AH : $M = 180 \text{ g.mol}^{-1}$

Par dissolution d'une masse précise d'acide acétylsalicylique pur, on prépare un volume $V_S = 0,500 \text{ L}$ d'une solution aqueuse d'acide acétylsalicylique, notée S, de concentration molaire en soluté apporté $c_S = 5,55 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

1. Étude de la transformation chimique par une mesure de pH

À 25 °C, la mesure du pH de la solution S à l'équilibre donne 2,9.

1.1. Déterminer, à l'équilibre, la concentration $[H_3O^+]_{\text{éq}}$ en ions oxonium dans la solution S préparée.

1.2. L'acide acétylsalicylique AH réagit avec l'eau.

Écrire l'équation de la réaction modélisant cette transformation chimique.

1.3. Déterminer l'avancement final x_f de la réaction pour les 0,5 L de solution. (On pourra s'aider d'un tableau d'avancement).

1.4. Déterminer l'avancement maximal x_{max} de la réaction.

1.5. La transformation étudiée est-elle totale?

2. Vérification de la masse d'aspirine dans un cachet.

On désire vérifier la masse d'aspirine présente dans un cachet d'aspirine du Rhone 500, pour cela on dissout celui-ci dans 200 mL d'eau et on verse l'ensemble du contenu dans un erlenmeyer, on y ajoute quelques gouttes d'indicateur coloré, puis on le dose à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$

Le changement de couleur de l'indicateur coloré permet de connaître le moment où les espèces acides de départ et les ions HO^- ont été introduits dans les proportions stœchiométriques, il se fait pour un volume d'hydroxyde de sodium de 13,7 mL.

2.1 Écrire l'équation de la réaction entre les ions HO^- et l'acide acétylsalicylique AH, après avoir indiqué quels sont les couples acido-basiques en jeu.

2.2 Déduire la quantité puis la masse d'acide AH présente dans le cachet, sachant que la réaction entre AH et OH^- est totale (on pourra s'aider d'un tableau d'avancement)