

Il sera tenu compte de la présentation, des fautes d'orthographe et de la clarté de la rédaction dans la note.

Laisser une marge en haut et à gauche de la copie.

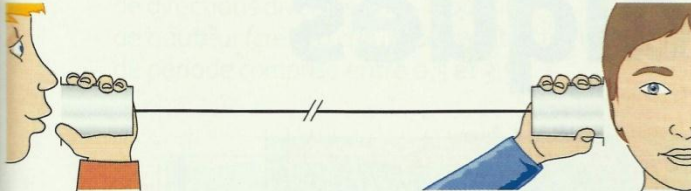
IL FAUT DETAILLER TOUS LES CALCULS EFFECTUES ET FAIRE ATTENTION AUX CHIFFRES SIGNIFICATIFS.

Le téléphone « pot de yaourt »

Amérique du Nord, juin 2005

L'usage de la calculatrice est autorisé.

À l'ère du téléphone portable, il est encore possible de communiquer avec un système bien plus archaïque...



L'onde sonore produite par le premier interlocuteur fait vibrer le fond du pot de yaourt, le mouvement de va-et-vient de celui-ci, imperceptible à l'œil, crée une perturbation qui se propage le long du fil. Cette perturbation fait vibrer le fond du second pot de yaourt et l'énergie véhiculée par le fil peut être ainsi restituée sous la forme d'une onde sonore perceptible par un second protagoniste.

Donnée : célérité du son dans l'air à 25 °C : $\vartheta_{\text{air}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

1. À propos des ondes

1.1. Identifier la chaîne des différents milieux de propagation des ondes mécaniques au sein du dispositif : de la bouche de la personne qui parle, à l'oreille de la personne qui écoute (Figure 1).

Ce fil légèrement élastique peut être modélisé par un ressort à spires non jointives.

Les schémas suivants illustrent les conséquences de deux modes de déformation d'un ressort : l'écartement d'une extrémité du ressort selon une direction perpendiculaire à l'axe de celui-ci produit une onde de cisaillement (Figure 2), alors qu'une déformation selon l'axe du ressort produit une onde de compression (Figure 3).

Figure 2

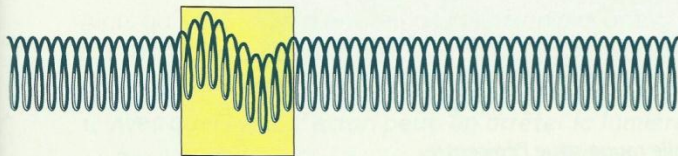
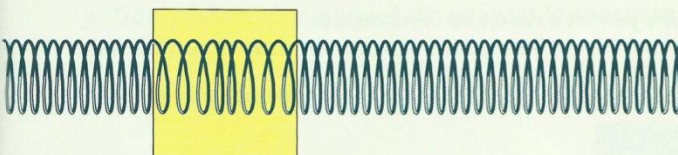


Figure 3



1.2. Attribuer, à chacune des situations représentées sur les Figures 2 et 3, les termes d'onde longitudinale et d'onde transversale. Justifier la réponse.

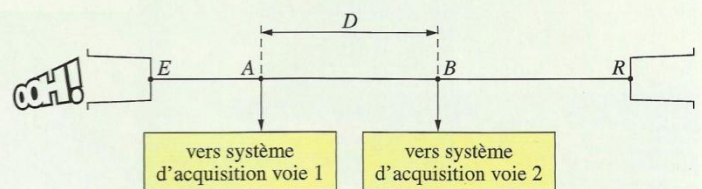
Seul le second mode de déformation (Figure 3) correspond au phénomène observé sur le fil du dispositif étudié par la suite.

2. Célérité de l'onde qui se propage le long du fil

À 25 °C, on réalise le montage suivant (Figure 4), afin de mesurer la célérité des ondes sur le fil du dispositif. Deux capteurs, reliés en deux points A et B distants de $D = 20 \text{ m}$ sur le fil, du pot de yaourt émetteur E.

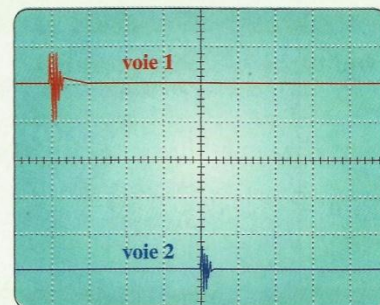
Les capteurs enregistrent l'amplitude de cette perturbation au cours du temps.

Figure 4



2.1. À partir de l'enregistrement (Figure 5), déterminer avec quel retard τ , par rapport au point A, le point B est atteint par le signal.

Figure 5



Sensibilité verticale : $\frac{1 \text{ mV}}{\text{div}}$; sensibilité horizontale : $\frac{5 \text{ ms}}{\text{div}}$.

2.2. Donner l'expression de la célérité V de l'onde sur ce fil en fonction de D et τ .

Calculer sa valeur.

Comparer cette valeur à celle de la célérité du son dans l'air à 25 °C. Quelle propriété justifie ce résultat ?

Le fil ER de longueur $L = 50 \text{ m}$ est assimilé à un ressort de constante de raideur $k = 20 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-2}$ et de masse linéique $\mu = 1,0 \times 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$. Dans le cas d'un fil, le produit $k \cdot L$ est une constante caractéristique du milieu de propagation.

2.3. Un modèle simple de la célérité ϑ d'une onde de ce type dans ce fil correspond à l'une des expressions suivantes :

$$(1) \vartheta = \sqrt{\frac{\mu}{k \cdot L}} ; \quad (2) \vartheta = \sqrt{\frac{k \cdot L}{\mu}} ; \quad (3) \vartheta = \frac{k \cdot L}{\mu}$$

Retrouver la bonne expression parmi celles proposées en effectuant une analyse dimensionnelle.

2.4. Calculer la célérité de l'onde sur le fil ER.

Exercice type BAC

23. Stabilité d'une eau de Javel (5 points)

L'eau de Javel est souvent utilisée comme désinfectant. Une étiquette d'eau de Javel porte les recommandations suivantes :

PRÉCAUTIONS D'EMPLOI :

Solution aqueuse d'hypochlorite de sodium à 2,6% de chlore actif. Conserver hors de la portée des enfants.

- ✓ En cas de contact avec la peau ou les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau.
- ✓ En cas d'ingestion, ne pas faire vomir. Consulter immédiatement un médecin et lui montrer l'emballage ou l'étiquette ou contacter le Centre Antipoison le plus proche

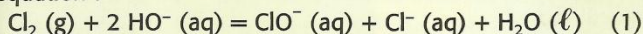
RECOMMANDATIONS :

- ✓ Ne pas réutiliser le flacon vide sauf pour diluer de l'eau de Javel concentrée.



A. Préparation d'une solution d'eau de Javel

L'eau de Javel peut être obtenue en dissolvant du dichlore gazeux dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium selon l'équation :



1. Écrire les demi-équations d'oxydoréduction relatives aux deux couples oxydant / réducteur : $\text{ClO}^- (\text{aq}) / \text{Cl}_2 (\text{g})$ et $\text{Cl}_2 (\text{g}) / \text{Cl}^- (\text{aq})$ (1 point)

2. Identifier l'oxydant et le réducteur qui réagissent dans la réaction considérée (0,5 point)

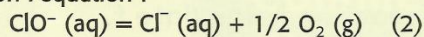
3. La concentration d'une eau de Javel est définie par le degré chlorométrique (°Chl). Il correspond au volume (en L) de dichlore gazeux, mesuré à 0,00 °C et 1,00 bar, qu'il faudrait utiliser pour fabriquer 1,00 L de cette eau de Javel selon l'équation (1).

a. Quel est le volume de dichlore nécessaire pour préparer 1,00 L d'eau de Javel à 48 °Chl ? (0,5 point)

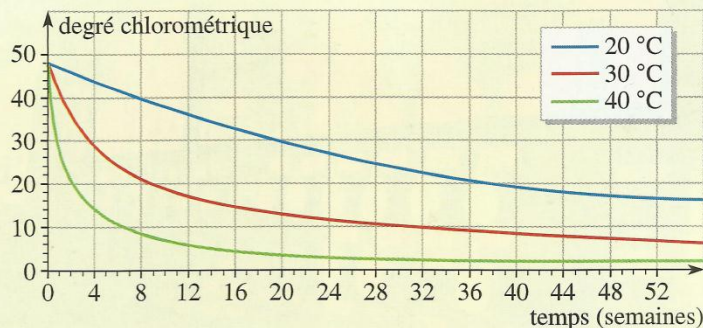
b. En déduire les concentrations en ion hypochlorite ClO^- et en ions chlorure Cl^- (0,5 point)

B. Vieillesissement de la solution

1. Les ions hypochlorite réagissent en présence d'eau en milieu basique selon l'équation :



La figure suivante représente l'évolution du degré chlorométrique en fonction du temps :



a. Un facteur cinétique est mis en évidence : lequel ? (0,5 point)

b. La recommandation « à conserver au frais » vous semble-t-elle justifiée ? (0,25 point)

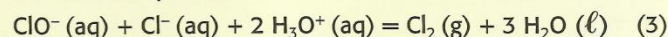
c. Aucun délai d'utilisation ne figure sur les flacons d'eau de Javel (12 °Chl) contrairement aux berlingots (48 °Chl). Justifier cette différence. Quel facteur cinétique est alors mis en évidence ? (0,5 point)

2. a. L'eau de Javel est commercialisée dans des récipients opaques. Pourquoi ? (0,25 point)

b. Quel facteur cinétique est mis en évidence ici ? (0,5 point)

c. Quelle recommandation mentionnée sur l'étiquette est en accord avec cette observation ? (0,25 point)

3. En milieu acide, les ions hypochlorite peuvent donner lieu à la réaction d'équation :



Justifier la recommandation : « au contact d'un acide, dégage un gaz toxique ». (0,25 point)

Donnée : volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 22,7 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

D'après bac, Pondichéry, 2002