

## Partie 1 : Les ultrasons au service du nettoyage

## 1. Étude des ultrasons

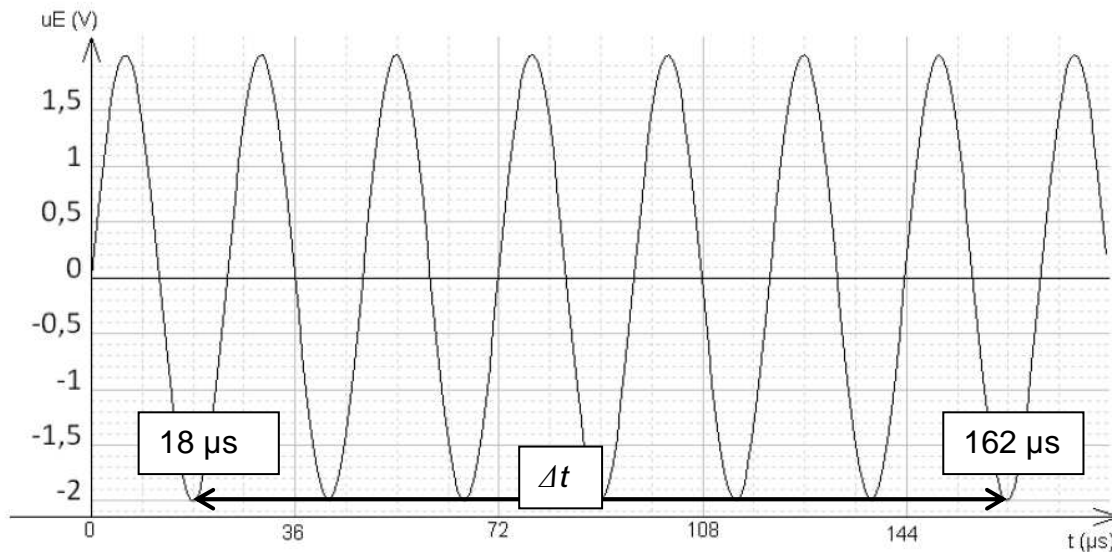


Figure 1

1.1. (0,5) On mesure la durée  $\Delta t$  du plus grand nombre  $N$  possible de périodes, on en déduit la période

$$T = \frac{\Delta t}{N}$$

$$T = \frac{162 - 18}{6} = 24 \mu\text{s} = 24 \times 10^{-6} \text{ s}$$

1.2. (0,5)  $f = \frac{1}{T}$

$$f = \frac{1}{24 \times 10^{-6}} = 41\,667 \text{ Hz que l'on arrondit à deux chiffres significatifs donc } f = 4,2 \times 10^4 \text{ Hz} = 42 \text{ kHz}$$

valeur en total accord avec la notice qui annonce 42 kHz.

1.3.1. (0,25) Voir l'animation <http://fpassebon.pagesperso-orange.fr/animations/US.swf>

La longueur d'onde est la plus petite distance entre deux points du milieu dans le même état vibratoire.

1.3.2. (0,25) Initialement l'émetteur et le récepteur étant dans la même tranche d'air, les signaux sont en phase. En éloignant le récepteur d'une distance égale à la longueur d'onde  $\lambda = 8 \text{ mm}$ , on observe à nouveau des signaux en phase.

(0,25) Pour augmenter la précision de la mesure, il faut mesurer plusieurs longueurs d'onde. On procède à plusieurs décalages successifs des signaux. Ainsi la distance mesurée est plus grande.

Complément :

- Comment diminuer l'erreur relative d'une mesure ?

Avec une règle graduée uniquement en cm (pas de repère des mm), on mesure une distance  $d_{\text{réelle}} = 3,5 \text{ cm}$ .

On lit sur la règle 3 ou 4 cm.

On commet une erreur absolue de  $|d_{\text{réelle}} - d_{\text{mesurée}}| = 0,5 \text{ cm}$ .

On commet une erreur relative de  $\frac{|d_{\text{réelle}} - d_{\text{mesurée}}|}{d_{\text{réelle}}} = \frac{0,5}{3,5} = 14\% \text{ d'erreur relative.}$

Avec cette règle, on mesure une distance plus grande  $d_{\text{réelle}} = 14,5 \text{ cm}$ .

On lit sur la règle 14 ou 15 cm.

On commet la même erreur absolue = 0,5 cm

Mais on commet une **erreur relative plus faible**, elle vaut dans ce cas  $\frac{0,5}{14,5} = 3,4\% \text{ d'erreur.}$

1.3.3. (0,25)  $\lambda = v \cdot T$  donc  $v = \frac{\lambda}{T}$

$$v = \frac{8 \times 10^{-3}}{24 \times 10^{-6}} = 3 \times 10^2 \text{ m.s}^{-1}$$

(0,25) La valeur attendue est de  $340 \text{ m.s}^{-1}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

(0,25) L'écart entre les deux valeurs est dû au manque de précision sur la valeur expérimentale de la célérité et on peut aussi remarquer que l'expérience a été réalisée à  $20^\circ\text{C}$  et non pas à  $25^\circ\text{C}$ .

1.4. (0,5) La fréquence  $f$  des ultrasons émis est la même quel que soit le milieu de propagation. Par contre la célérité  $v$  des ultrasons varie selon ce milieu.

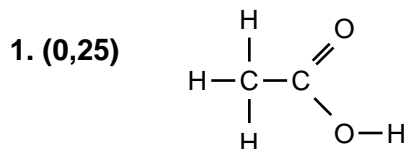
Comme  $\lambda = \frac{v}{f}$  alors la longueur d'onde varie suivant le milieu de propagation.

## 2. Étude du nettoyage

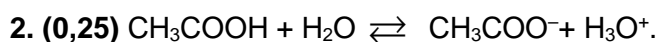
2.1. (0,25) Les ultrasons nécessitent un milieu matériel pour se propager, ce sont effectivement des ondes mécaniques.

2.2. (0,25) Les ondes ultrasonores se distinguent des ondes sonores par leur **fréquence**.

### Partie 2 : Nettoyage chimique



(0,25) La chaîne carbonée comporte deux atomes de carbone → éthan  
La molécule comporte le groupe caractéristique carboxyle → acide ...oïque



### 3. Degré du vinaigre

3.1. (0,75) Solution mère : vinaigre pur

$C_0 \text{ mol.L}^{-1}$

$V_0$  à prélever

Au cours d'une dilution la quantité de matière de soluté se conserve, donc  $C_0 \cdot V_0 = C_1 \cdot V_1$

Solution fille : vinaigre dilué dix fois

$C_1 = C_0 / 10$

$V_1$  préparé

$$C_0 \cdot V_0 = \frac{C_0}{10} \cdot V_1$$

$$V_0 = \frac{V_1}{10}$$

On prélève à l'aide d'une pipette jaugée 10,0 mL de vinaigre pur. On verse ce volume dans une fiole jaugée de 100,0 mL. On ajoute de l'eau distillée jusqu'au tiers de la fiole. On agite. On ajoute de l'eau jusqu'au trait de jauge. Puis on agite à nouveau.

On dispose alors d'une solution de vinaigre diluée dix fois.

3.2. (0,25) La phénolphtaléine est un indicateur coloré dont le changement de couleur permet de repérer l'équivalence du titrage.

**3.3. (1,5)** On cherche à déterminer la masse d'acide éthanóique contenue dans 100 grammes de vinaigre pur.

Calculons le volume occupé par ces 100 g.

La densité du vinaigre vaut environ 1.

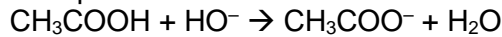
Comme  $d = \frac{\rho_{\text{vinaigre}}}{\rho_{\text{eau}}}$ , on en déduit que  $\rho_{\text{vinaigre}} = 1 \text{ g.mL}^{-1}$

$$\rho_{\text{vinaigre}} = \frac{m}{V} \text{ ainsi } V = \frac{m}{\rho_{\text{vinaigre}}}$$

$$V = \frac{100}{1} = 100 \text{ mL environ}$$

Exprimons la concentration du vinaigre à l'aide du titrage.

À l'équivalence les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation du titrage.



En notant  $n_{\text{AH}}$  la quantité de matière d'acide éthanóique présente dans  $V_A = 10,0 \text{ mL}$  de vinaigre dilué dix fois, on a  $n_{\text{AH}} = n_{\text{HO}^- \text{ versée}}$

$$C_1 \cdot V_A = C_B \cdot V_{\text{Béq}}$$

$$C_1 = \frac{C_B \cdot V_{\text{Béq}}}{V_A}$$

$$C_1 = \frac{0,100 \times 13,3}{10,0} = 0,133 \text{ mol.L}^{-1}$$

Le vinaigre ayant été dilué dix fois on a  $C_0 = 10 \cdot C_1 = \frac{10 \cdot C_B \cdot V_{\text{Béq}}}{V_A}$ .  $C_0 = 1,33 \text{ mol.L}^{-1}$

La quantité de matière d'acide éthanóique contenue dans un volume  $V$  de vinaigre pur est  $n = C_0 \cdot V$ .

$$n = \frac{10 \cdot C_B \cdot V_{\text{Béq}}}{V_A} \cdot V$$

Soit une masse d'acide éthanóique  $m = n \cdot M = \frac{10 \cdot C_B \cdot V_{\text{Béq}}}{V_A} \cdot V \cdot M$ .

$$M = M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = M_{\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2} = 2M_{\text{C}} + 4M_{\text{H}} + 2M_{\text{O}}$$

$$M = 2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0 = 60,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

On remplace  $V$  par  $0,100 \text{ L}$  correspondant au  $100 \text{ g}$  de vinaigre.

$$m = \frac{10 \times 0,100 \times 13,3}{10,0} \times 0,100 \times 60,0 = 7,98 \text{ g que l'on arrondit à } 8 \text{ g en raison du manque de précision}$$

sur la densité.

Ainsi le degré du vinaigre est égal à huit degrés, ce qui valide l'inscription sur l'étiquette.

**4. (0,25)** Il est préférable de ne pas nettoyer ces pièces car il est dit que « Les acides réagissent sur les métaux comme le fer, le zinc, le nickel, l'aluminium et ils attaquent les oxydes métalliques. ».

Les pièces risqueraient d'être dissoutes par le vinaigre. Les atomes métalliques se transformant en ions aqueux suivant la réaction :  $\text{Zn}_{(\text{s})} + 2 \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{H}_{2(\text{g})}$ .

Les ions  $\text{H}^+_{(\text{aq})}$  étant apportés par le vinaigre.