Correction du DS n°1

1ère Partie : Dimensions, unités, conversions et définitions (≈ 30 min)

I.A.1) Γ est la majuscule de la lettre grecque **gamma**.

I.A.2) D'après l'unité fournie : $\boxed{[\Gamma] = L^2.T^{-1}}$

I.A.3) La croissance en surface vaut : $\underline{\Gamma =}\ 3{,}6.(10^{-1}\text{ m})^2.(3600\text{ s})^{-1}\ \underline{= 1{,}0.10^{-5}\text{ m}^2.\text{s}^{-1} = 1{,}0.10^{-5}\text{ USI}}$

I.A.4) Dans le modèle proposé, la durée τ nécessaire pour que la jussie colonise totalement un étang de surface S = 1,5 ha est : $\boxed{\tau = \dfrac{S}{\Gamma}}$ **A.N. :** $\underline{\tau =}\ \dfrac{1{,}5\times 100\text{ m}\times 100\text{ m}}{3{,}6.10^{-2}\text{ m}^2.\text{h}^{-1}} = 4{,}2.10^5\text{ h}\ \underline{= 1{,}7.10^4\text{ jours}}$

I.A.5) Le modèle de développement de jussie proposé n'est pas raisonnable (la durée τ calculée est de plus de 47 ans !), car la croissance n'est sans doute pas linéaire, mais plutôt de type exponentielle : la nouvelle surface gagnée doit être proportionnelle à l'ancienne.

I.B) a) $\underline{1\ \mu\text{A} =}\ 1.10^{-6}\text{ A} = 1.10^{-6}\ (10^{-3}\text{ k})\text{A}\ \underline{= 1.10^{-9}\text{ A}}$

b) $\underline{160\text{ m}^3 =}\ 160.10^3\text{ L} = 160.10^6\text{ mL}\ \underline{= 1{,}60.10^8\text{ mL}}$

c) $\underline{100\text{ kWh}} = 100.10^3\text{ W x }3600\text{ s} = 3{,}60.10^8\text{ J}\ \underline{= 3{,}60.10^8\text{ USI}}$

d) $\underline{1\text{ nF.km}^{-1} =}\ 1.10^{-9}\text{ F}.(10^3\text{ m})^{-1}\ \underline{= 1.10^{-12}\text{ F.m}^{-1}}$

e) $\underline{33\text{ tr.min}^{-1} =}\ 33\text{ x }2\pi\ .(60\text{ s})^{-1}\ \underline{= 1{,}1\ \pi\text{ s}^{-1} \approx 3{,}5\text{ rad.s}^{-1}}$

f) $\underline{514\text{ N.m}^{-2} =}\ 51{,}4\text{ daN}.(10^2\text{ cm})^{-2}\ \underline{= 5{,}14.10^{-3}\text{ daN.cm}^{-2}}$

I.C.1) Une onde est la **propagation d'une perturbation** produisant une modification réversible de paramètres physiques à son passage.

I.C.2) Le son est une onde mécanique car elle nécessite un milieu matériel pour se propager.

I.C.3) L'**onde sonore est longitudinale** car la direction de la déformation du milieu est identique à celle de la propagation de l'onde.

I.C.4) Les ultrasons sont des **ondes sonores de fréquences supérieures à 20 kHz**, non audibles par l'être humain (à quelques exceptions près ;-)).

I.C.5) La dimension de l'énergie est, par exemple, donnée par l'expression de l'énergie de masse : $[\text{énergie}] = [mc^2] = M.L^2.T^{-2}$. Puisque l'énergie interne est une énergie comme les autres, alors, d'après l'équation (2) : $[U] = [\frac{3}{2}\ n\ R\ T] = N.[R].\Theta = M.L^2.T^{-2}$

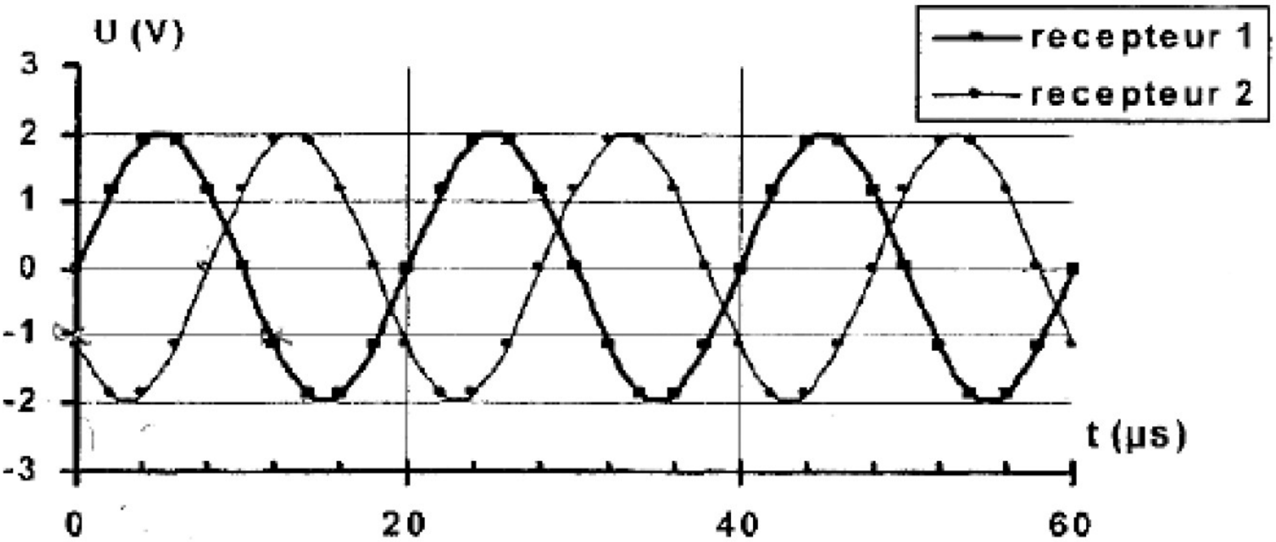
On en déduit la dimension de R : $\boxed{[R] = M.L^2.T^{-2}.\Theta^{-1}.N^{-1}}$ et donc **son USI est le kg.m².s⁻².K⁻¹.mol⁻¹**

I.C.6) D'après les données et la question précédente :

$$\underline{\left[\sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}\right]} = \left(\frac{[\gamma][R].\Theta}{M.N^{-1}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1\times M.L^2.T^{-2}.\Theta^{-1}.N^{-1}\times\Theta}{M.N^{-1}}\right)^{\frac{1}{2}} = \left(L^2.T^{-2}\right)^{\frac{1}{2}}\ \underline{= L.T^{-1}}$$

L'expression proposée pour la vitesse du son dans l'air (1) est donc bien homogène à une vitesse.

2ème Partie : Propagation d'onde dans l'eau (≈ 30 min)



II.1) On **relève graphiquement la période** des ondes ultrasonores émises : T = 20,0 µs. On en déduit donc la valeur de leur fréquence : $\boxed{f = \frac{1}{T}}$ **A.N. :** $\underline{f = \frac{1}{20{,}0.10^{-6}\ \text{s}} = 5{,}00.10^{4}\ \text{Hz} = 50{,}0\ \text{kHz}}$

On est bien dans le domaine des ultrasons !

II.2) On constate que le signal du récepteur 2 est en retard sur celle du récepteur 1. On relève graphiquement la valeur du retard : $\underline{\tau = 8{,}0\ \mu\text{s}} < T$

Remarque 1 : si le retard avait été plus élevé qu'une période, on n'aurait pas été capable de le déterminer.

Remarque 2 : c'est la manipulation qui permet de constater que le retard est plus faible qu'une période.

II.3) La valeur de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau vaut donc : $\boxed{c = \frac{d}{\tau}}$

A.N. : $\underline{c = \frac{12\ \text{mm}}{8{,}0.10^{-6}\ \text{s}} = \frac{3{,}0.10^{-3}\ \text{m}}{2{,}0.10^{-6}\ \text{s}} = 1{,}5.10^{3}\ \text{m.s}^{-1}}$ > célérité du son dans l'air = 340 m.s^{-1} !

Le son se propage beaucoup plus vite dans un milieu matériel plus dense !

II.4) Le déphasage de l'onde reçue par le récepteur 2 par rapport à celle reçue par le récepteur 1 est :

$$\boxed{\Delta\Phi_{2/1} = -2\pi\times\frac{\tau}{T}} \qquad \textbf{A.N. :}\ \underline{\Delta\Phi_{2/1} = -2\pi\times\frac{8{,}0}{20{,}0} = -0{,}80\ \pi = -2{,}5\ \text{rad}}$$

II.5) La longueur d'onde λ des ondes ultrasonores dans l'eau vaut :

$$\boxed{\lambda = c\,T} \ \textbf{A.N. :}\ \underline{\lambda = 1{,}5.10^{3}\ \text{m.s}^{-1}\times 20{,}0.10^{-6}\ \text{s} = 3{,}0.10^{-2}\ \text{m} = 3{,}0\ \text{cm}}$$

II.6) Pour parvenir jusqu'au dauphin, le clic va mettre une durée :

$$\boxed{t_i = \frac{x_1}{c}} \ \textbf{A.N. :}\ \underline{t_i = = \frac{30.10^{-2}\ \text{m}}{1{,}5.10^{3}\ \text{m.s}^{-1}} = 20.10^{-5}\ \text{s} = 0{,}20\ \text{ms}}$$

Et puisque le clic dure Δt = 50 µs, il finira de parvenir au récepteur à l'instant :

$$\boxed{t_f = t_i + \Delta t} \ \textbf{A.N. :}\ t_f = 0{,}25\ \text{ms}$$

On en déduit la représentation temporelle du clic reçu par le détecteur :

II.7) Le clic occupe (spatialement) une longueur :

$\boxed{L = c\,\Delta t}$ **A.N. :** $\underline{L =} = 1{,}5.10^{3}\ \mathrm{m.s^{-1}} \times 50.10^{-6}\ \mathrm{s} \underline{= 7{,}5.10^{-2}\ \mathrm{m} = 7{,}5\ \mathrm{cm}}$

II.8) Le clic étant parti de l'abscisse x=0 à l'instant initial, il a parcouru une distance $\boxed{x_2 = c\ t_2}$ à l'instant t_2. **A.N. :** $\underline{x_2 =} = 1{,}5.10^{3}\ \mathrm{m.s^{-1}} \times 0{,}2.10^{-3}\ \mathrm{s} \underline{= 0{,}3(0)\ \mathrm{m}}$. La fin du clic se retrouve L = 7,5 cm en amont, et l'avant du clic correspond à un maximum tandis que l'arrière correspond à un minimum.
On en déduit la représentation spatiale du clic à l'instant $t_2 = 0{,}2$ ms :