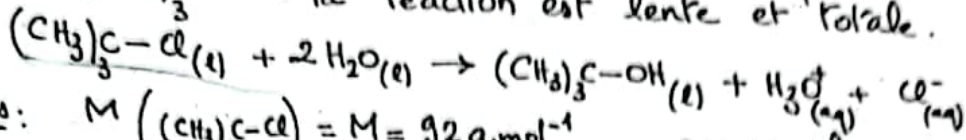


Durée : 3H

Chimie : 1 Etude cinétique d'une réaction.

I - La transformation étudiée. (5p)

Le 2-chloro-2-méthylpropane réagit sur l'eau pour donner naissance à un alcool : $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{OH}$. la réaction est lente et totale.



Données : $M((\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}) = M = 92 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; masse volumique de $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$:

$$\rho = 0,85 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$$

$$\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 349,8 \cdot 10^4 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

$$\lambda(\text{Cl}^-) = 76,3 \cdot 10^4 \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

on introduit initialement une quantité $n_0 = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ de $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$. le volume du mélange étant : $V = 205 \text{ mL}$.

1% Déterminer le volume de $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{Cl}$ introduit initialement.

2% Dresser le tableau d'avancement.

3% Donner l'expression de la conductivité du mélange σ en fonction de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ et des conductivités molaires ioniques.

4% Déduire l'expression de la conductivité σ du mélange en fonction de l'avancement x de la réaction, du volume V du mélange et des conductivités molaires ioniques des ions présents.

5% Pour un temps très grand ; la conductivité notée σ_∞ du mélange ne varie plus. Sachant que $\sigma_\infty = 0,374 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$; Vérifier que la transformation envisagée est totale.

6% Exprimer le rapport $\frac{\sigma}{\sigma_\infty}$. En déduire l'expression de l'avancement x en fonction de σ , σ_∞ et l'avancement maximal : x_m .

7% Pour $\sigma = 0,2 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$ quelle est la valeur de x ?

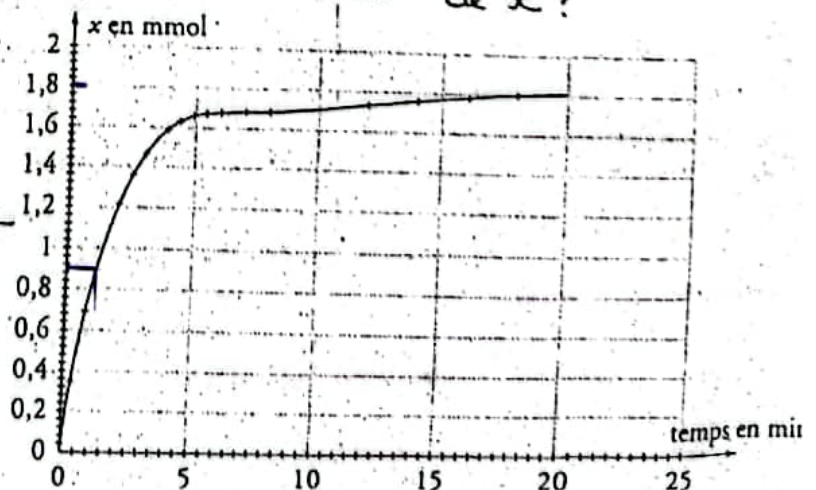
II Exploitation des résultats.

L'étude précédente permet de tracer le graphe ci-contre.

1% Définir la vitesse volumique de la réaction.

2% Indiquer comment évolue cette vitesse au cours du temps. Expliquer.

3% Définir le temps de demi-réaction et estimer sa valeur graphiquement.



Chimie ②: Transport du dioxygène dans le sang. (5p)

Dans notre corps, le transport du dioxygène est assuré par l'hémoglobine du sang des poumons vers les organes.

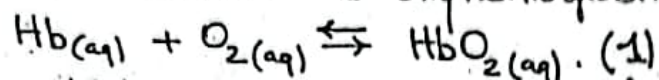
Pour simplifier, on notera la molécule d'hémoglobine: $Hb(aq)$.

Le dioxygène est transporté de deux façons dans l'organisme.

- sous forme de dioxygène dissout dans le sang, que l'on note: $O_2(aq)$
 - sous forme d'oxyhémoglobine que l'on notera: $HbO_2(aq)$.
- $M(Hb) = 1,6 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$

① - Transport de O_2 par l'hémoglobine du sang.

Au niveau des poumons, l'hémoglobine Hb fixe une molécule O_2 pour donner une molécule d'oxyhémoglobine selon l'équation:



1% - À l'état initial, on suppose qu'un volume $V = 100 \text{ mL}$ de sang contient une quantité d'hémoglobine notée: n_0 ; un excès de dioxygène et ne contient pas d'oxyhémoglobine. Ce volume de sang contient une masse $m = 15 \text{ g}$ d'hémoglobine.

Calculer la quantité de matière initiale n_0 de $Hb(aq)$.

2% - Dresser le tableau d'avancement. Sachant que le taux d'avancement final de la réaction (1) est: $\xi_f = 0,97$ déterminer l'avancement final de cette réaction.

3% - Quelle est la quantité de matière d'oxyhémoglobine formée, à l'état final?

4% - En une minute, le débit cardiaque moyen permet de traiter $V_s = 5 \text{ L}$ de sang au niveau des poumons. En déduire la quantité correspondante n_s d'oxyhémoglobine formée en une minute.

② - Libération de O_2 au niveau des organes.

Le volume V de sang étudié dans la partie (I) arrive au niveau des tissus des organes. À ce stade, une partie du dioxygène est absorbée par les tissus faisant ainsi chuter la concentration du dioxygène dans le sang. Le système chimique étudié dans la partie ① (réaction (1)) se trouve alors dans un nouvel état d'équilibre initial noté: état ①; tel que la concentration en O_2 est: $[O_2]_{\text{①}} = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$. Celle d'hémoglobine est alors: $[Hb]_{\text{①}} =$

$9,1 \cdot 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$ et celle d'oxyhémoglobine est: $[HbO_2]_{\text{①}} = 2,8 \cdot 10^{-4} \text{ mol L}^{-1}$.

1% - Calculer le quotient de réaction $Q_{r,1}$ dans l'état ① correspondant à la réaction (1).

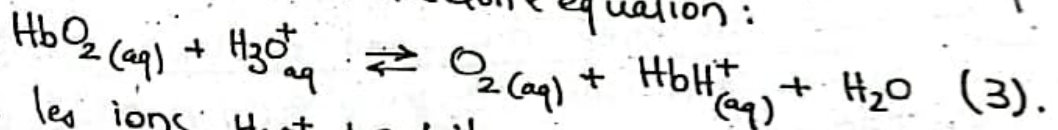
- la constante d'équilibre K_1 de la réaction (1) a pour valeur : $K_1 = 3 \cdot 10^5$. Dans quel sens évolue le système ?

- Effort musculaire.

Au cours d'un effort musculaire; du dioxyde de Carbone est formé au niveau des muscles. Il se dissout dans le sang. Le couple acide-base mis en jeu est : $\text{CO}_2; \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^{-(aq)}$: de $\text{p}K_a = 6,4$.

- 1/- Écrire l'équation notée (2) de la réaction entre le dioxyde de Carbone dissous et l'eau.
- 2/- Donner le diagramme de prédominance du couple $\text{CO}_2; \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^{-(aq)}$.
- 3/- Déduire l'espèce prédominante de ce couple dans le sang au niveau des tissus où on a $\text{pH} = 7,4$.
- 4/- En l'absence de toute autre réaction; pourquoi la dissolution du dioxyde de Carbone provoque-t-elle une diminution de pH sanguin ?

Bonus. 5/- Chez l'homme; le pH du sang est compris dans des limites très étroites : $7,36$ à $7,42$. D'autre part l'oxyhémoglobine peut réagir avec les ions oxonium selon l'équation :



Montrer que les ions H_3O^+ produits par la réaction (2) permettent la libération du dioxygène nécessaire à l'effort musculaire tout en limitant la variation de pH .

Physique ① Comment déterminer le relief du fond marin (top) avec un sondeur

① Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.

la célérité des ultrasons dans l'air est plus faible que la célérité des ultrasons dans l'eau : $v_a < v_e$
 $v_a = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

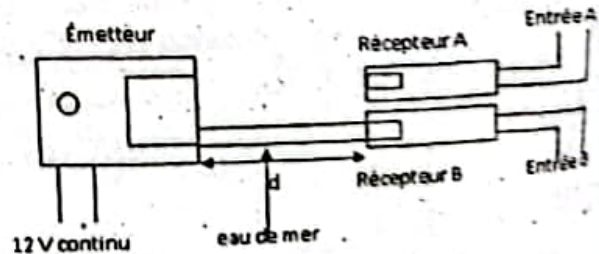


fig-1.

Un émetteur produit simultanément des spaves d'ondes ultrasonores dans un tube rempli d'eau de mer et dans l'air (fig-1) (ci-contre). À une distance d de l'émetteur d'ondes ultrasonores, sont placés deux récepteurs, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau de mer. Le récepteur A est relié à l'entrée A du système d'acquisition d'un ordinateur; et

le récepteur B à l'entrée B.

- 1° Pourquoi est-il nécessaire de déclencher l'acquisition lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B ?
- 2° Donner l'expression du retard Δt entre la réception des ondes par les deux récepteurs en fonction de t_A et t_B ; durées que mettent les ultrasons pour parcourir respectivement la distance d dans l'air et dans l'eau de mer.

3° La mesure de Δt pour différentes distances d permet de tracer le graphique ci-contre:

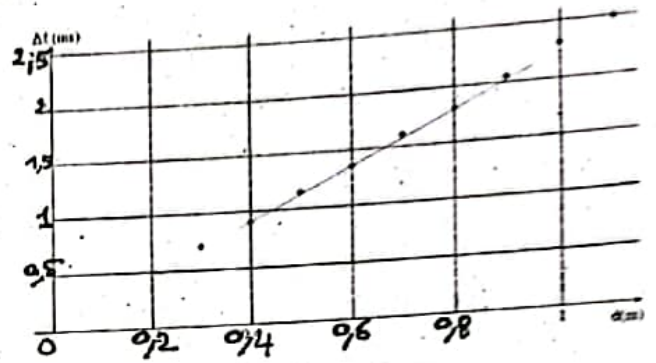


fig-2

- a) Donner l'expression de Δt en fonction de d , v_a et v_e ; puis justifier l'allure du graphique.
- b) Déterminer graphiquement v_e : célérité dans l'eau de mer.
- 4° L'onde ultrasonore est-elle longitudinale ou transversale? Just.

II) Détermination du relief du fond marin.

Dans cette expérience on prendra:

$$v_e = 1,5 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Un sondeur acoustique classique est composé d'une sonde comportant un émetteur et un récepteur d'ondes ultrasonores de fréquence: $f = 200 \text{ kHz}$; et d'un boîtier de contrôle ayant un écran qui visualise le relief des fonds sous-marins.

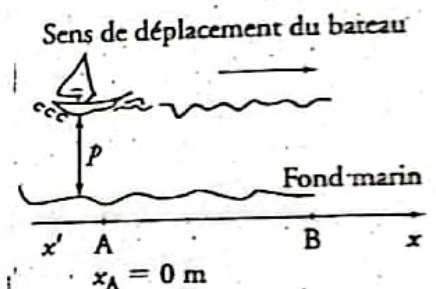
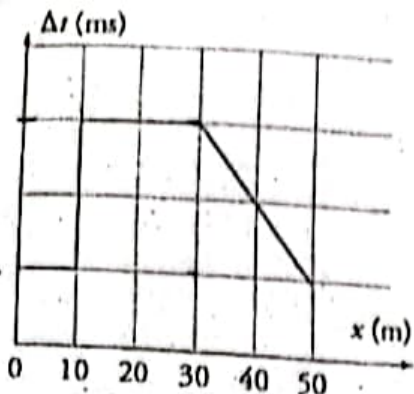


fig:3

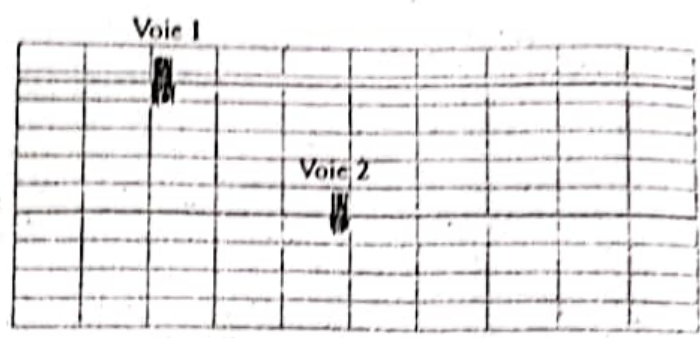
La sonde envoie des slaves d'ultrasons verticalement en direction du fond à intervalles de temps réguliers; cette onde ultrasonore se déplace dans l'eau à une vitesse constante: v_e . Quand elle rencontre un obstacle; une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur: p .

Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe $x'x$ en explorant le fond depuis le point A ($x_A = 0$); jusqu'au point B ($x_B = 50 \text{ m}$). (fig-3)

- 1° L'oscillogramme ci-dessous montre l'écran de l'oscilloscope lorsque le bateau se trouve en A ($x_A = 0 \text{ m}$). L'une des voies représente le signal émis; l'autre le signal reçu par le récepteur.



Sensibilité horizontale : 10 ms/div

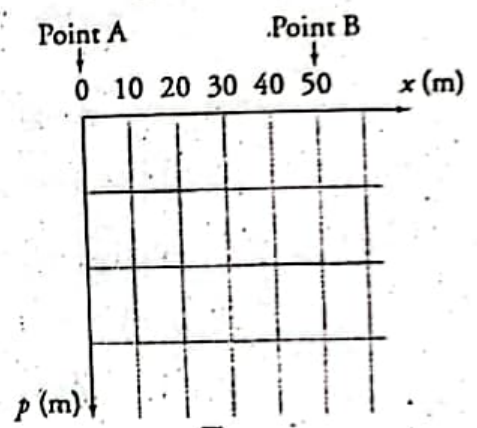


oscillogramme : fig:4.

Point A Point B fig:5

La figure-5 représente $\Delta t = f(x)$ lorsque le bateau se déplace de A vers B.

- 1/- Identifier le signal émis. Justifier.
- 2/- À partir de l'oscillogramme, déterminer la durée Δt entre l'émission de la slave et la réception de son écho.
- 3/- Déduire la graduation de l'axe des ordonnées de la figure-5 ci-dessus.
- 4/- Déterminer la relation permettant de calculer la profondeur p en fonction de Δt et v_e .
- 5/- Tracer l'allure du fond marin exploré en précisant la profondeur p (en m) en fonction de la position x du bateau (Tracé : fig-6) ci-contre.



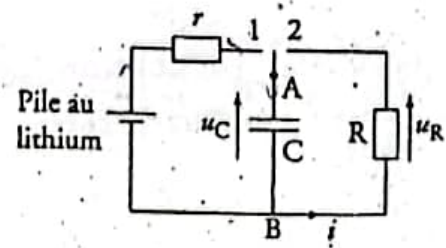
Physique:2 Stimulateur cardiaque (10p)

Document

Un stimulateur cardiaque est un dispositif hautement perfectionné et très miniaturisé, relié au cœur humain par des électrodes (appelées les sondes). Le stimulateur est actionné grâce à une pile intégrée, généralement au lithium ; il génère de petites impulsions électriques de basse tension qui forcent le cœur à battre à un rythme régulier et suffisamment rapide. Il comporte donc deux parties : le boîtier, source des impulsions électriques, et les sondes, qui conduisent le courant.

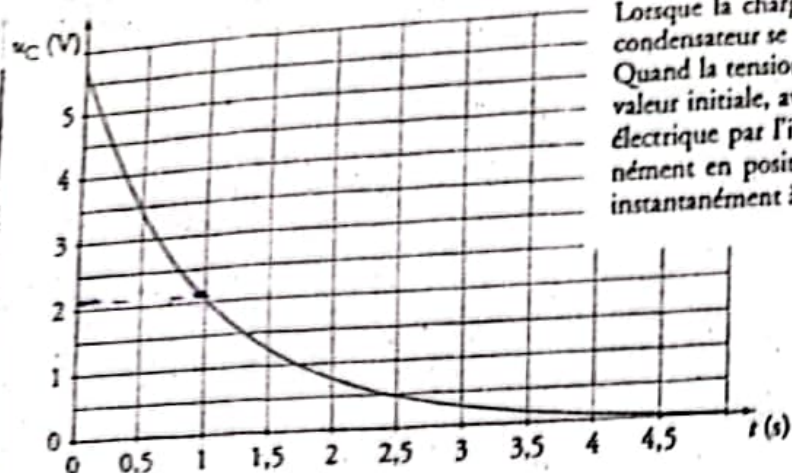
Le générateur d'impulsions du stimulateur cardiaque peut être modélisé par le circuit représenté ci-contre :

La valeur de r est très faible, de telle sorte que le condensateur se charge très rapidement lorsque l'interrupteur (en réalité un dispositif électronique) est en position 1.



Lorsque la charge est terminée, l'interrupteur bascule en position 2. Le condensateur se décharge lentement dans la résistance R , de valeur élevée. Quand la tension aux bornes de R atteint une valeur donnée (e^{-1} fois sa valeur initiale, avec $\ln(e) = 1$), le boîtier envoie au cœur une impulsion électrique par l'intermédiaire des sondes. L'interrupteur bascule simultanément en position 1 et la recharge du condensateur se fait quasiment instantanément à travers r . Le processus recommence.

D'après Physique, Terminale S, Ed. Bréal.



Evolution de la tension u_C aux bornes de C en fonction du temps

NB: une fréquence cardiaque normale est comprise entre 40 et 90 battements par minute.

Pour déterminer la valeur de R , on insère le condensateur préalablement chargé sous la tension E dans le circuit schématisé ci-dessus.

$$C = 0,4 \mu\text{F}$$

On enregistre l'évolution de la tension u_C aux bornes du condensateur (graphe ci-dessus).

I - Exploitation du graphe.

- 1° Déterminer la valeur de la tension E en utilisant le graphe.
- 2° Déterminer graphiquement la valeur de la constante de temps τ correspondant à la décharge du condensateur.

II - Détermination de R .

- 1° En utilisant le circuit précédent, établir l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C du condensateur.
- 2° Montrer que cette équation admet une solution de la forme: $u_C(t) = A e^{-t/\tau}$. Exprimer A et τ .
- 3° Calculer R .
- 4° Quelle est la charge q_1 ($q_1 > 0$) perdue par le condensateur lorsqu'il se décharge pendant une durée $\Delta t = \tau$?

III - Les impulsions.

- on rappelle qu'une impulsion électrique est envoyée au cœur lorsque la tension aux bornes de R atteint e^{-1} fois sa valeur initiale.
- 1° Calculer la valeur de u_R qui déclenche l'envoi d'une impulsion vers le cœur.
 - 2° Déterminer la fréquence des impulsions de tension ainsi générées. Vérifier que le résultat est compatible avec une fréq. cardiaque normale.