

DS N°1**Durée :** 1H30 et plus si affinité**Exercice n°1 γ : L'eau de Dakin :** 11pts

L'eau de Dakin est un antiseptique utilisé pour le lavage des plaies et des muqueuses. Elle a une couleur rose et une odeur chlorée.

L'étiquette du flacon mentionne les principes actifs pour un volume $V = 100 \text{ mL}$:

« Solution concentrée d'hypochlorite de sodium, quantité correspondant à 0,500 g de chlore actif – permanganate de potassium 0,0010 g – dihydrogénophosphate de sodium dihydraté – eau purifiée ».

En outre, l'eau de Dakin contient des ions chlorure.

Cet exercice propose de vérifier une partie des indications de l'étiquette.

La question 1 est indépendante des questions 2 et 3.

Données :

Masses molaires atomiques

$M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{K}) = 39,0 \text{ g.mol}^{-1}$

$M(\text{Mn}) = 55,0 \text{ g.mol}^{-1}$

Solubilité du dichlore à 20°C :- dans l'eau: 8 g.L^{-1}

- dans l'eau salée: très peu soluble.

Volume molaire gazeux dans les conditions de l'expérience: $V_M = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$ **1- Dosage par spectrophotométrie du permanganate de potassium en solution.**

1.1. Afin de réaliser une échelle de teintes, on prépare un volume $V_0 = 500 \text{ mL}$ d'une solution mère S_0 de permanganate de potassium à la concentration molaire en soluté apporté $c_0 = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Calculer la masse de permanganate de potassium solide (de formule KMnO_4) à peser pour préparer cette solution par dissolution. 1pt

1.2. La solution S_0 permet de préparer une échelle de teintes constituée par cinq solutions dont on mesure l'absorbance A à la longueur d'onde 530 nm .

Solution	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5
Concentration c (mol.L^{-1})	$1,0 \times 10^{-4}$	$8,0 \times 10^{-5}$	$6,0 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-5}$	$2,0 \times 10^{-5}$
A	0,221	0,179	0,131	0,088	0,044

1.2.1. Tracer la courbe représentant $A = f(c)$ **Sur la feuille de papier millimétré ci-jointe.** 2pts

Échelle des abscisses : 1 cm pour $0,5 \times 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$

Échelle des ordonnées: 1 cm pour 0,01

1.2.2. Déterminer la relation numérique entre A et c . Justifier. 1.5pts

1.3. L'absorbance de l'eau de Dakin à la longueur d'onde $\lambda = 530 \text{ nm}$ est 0,14.

À cette longueur d'onde, et pour les concentrations des espèces chimiques de l'eau de Dakin, on admettra que seul le permanganate de potassium intervient dans la mesure de l'absorbance.

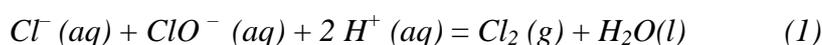
1.3.1. En déduire la concentration molaire c_{exp} en permanganate de potassium apporté de l'eau de Dakin. **0.5pt**

1.3.2. À partir des données de l'étiquette, calculer la concentration molaire c en permanganate de potassium apporté de l'eau de Dakin et comparer au résultat expérimental.

Pour cela, on calculera si cela est nécessaire, l'écart relatif $\left| \frac{c - c_{\text{exp}}}{c} \right|$ et on l'exprimera en pourcentage. **2pts**

2- Détermination de la masse de chlore actif.

2.1. Une définition de la masse de chlore actif correspond à la masse de dichlore dégagé lors de la transformation chimique modélisée par la réaction en milieu acide dont l'équation s'écrit :



Connaissant les deux couples oxydant/réducteur $\text{Cl}_2 / \text{Cl}^-$ et $\text{ClO}^- / \text{Cl}_2$, écrire, dans le cas de cette réaction, la demi-équation associée respectivement à chaque couple. **1pt**

2.2. Afin de vérifier l'indication de l'étiquette concernant la masse de chlore actif, on verse un excès d'acide chlorhydrique dans un volume $V = 100 \text{ mL}$ d'eau de Dakin. On réalise ainsi la transformation chimique modélisée par la réaction associée à l'équation (1).

On recueille, sous la hotte, dans une cuve contenant de l'eau salée, un volume $V = 170 \text{ mL}$ de dichlore.

2.2.1. Justifier l'utilisation de l'eau salée pour la récupération du dichlore. **0.5pt**

2.2.2. Calculer la masse de dichlore recueilli et la comparer à l'indication portée sur l'étiquette en calculant l'écart relatif $\left| \frac{m - m_{\text{exp}}}{m} \right|$ et en exprimant celui-ci en pourcentage. **2pts**

3. Rôle du dihydrogénophosphate de sodium dihydraté.

Dans l'eau de Dakin le dihydrogénophosphate de sodium permet de maintenir basique la solution. Donner une raison justifiant la nécessité de maintenir basique l'eau de Dakin. **0.5pt**

Exercice n°2 ϕ : Ondes ultrasonores : **9pts**

On étudie dans cet exercice différents phénomènes liés à la propagation des ultrasons. Dans la première partie, les expériences sont réalisées dans l'air ; dans la seconde partie, on s'intéresse au principe du sonar, le milieu de propagation étant l'eau. On peut décrire sommairement le principe de fonctionnement de l'ensemble émetteur-récepteur d'ultrasons de la manière suivante : l'émetteur contient une plaquette de céramique qui est mise en vibration par application d'une tension électrique sinusoïdale. Les vibrations de la plaquette sont communiquées au fluide qui l'entoure et engendrent une onde ultrasonore sinusoïdale de fréquence identique à celle de la tension imposée à l'émetteur. Le récepteur est constitué, comme l'émetteur, d'une plaquette de céramique réceptrice qui détecte l'onde ultrasonore venant de l'émetteur. La tension électrique qui apparaît aux bornes du récepteur est de même fréquence que l'onde détectée. Cette tension est proportionnelle à la pression exercée par le fluide (ici l'air ou l'eau) sur la plaquette réceptrice.

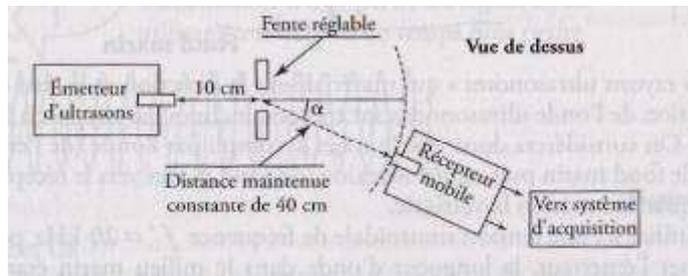
1. Ultrasons dans l'air.

Données numériques :

Valeur de la célérité des ultrasons dans l'air à 25 °C : $v_{\text{air}} = 340\text{m.s}^{-1}$.

La fréquence f de l'émetteur est réglée à la valeur 40 kHz, on utilise cette source dans l'air à 25 °C.

1. Déterminer la longueur d'onde λ de l'onde ultrasonore générée. **1pt**
2. La source est disposée à une distance d du récepteur lui faisant face. Déterminer le retard avec lequel les vibrations de la source sont transmises au récepteur.
Calculer ce retard pour une distance $d = 50$ cm. **1pt**
3. Avec quel instrument de mesure ce retard peut-il être correctement évalué ? Justifier la réponse. **1pt**
4. Face à la source ultrasonore, réglée comme précédemment, on place à 10 cm une plaque de métal trouée d'une fente rectangulaire verticale de largeur réglable, disposée selon le schéma ci-dessous.
On déplace le récepteur en le maintenant à une distance constante de 40 cm de la fente.



Un système d'acquisition permet de mesurer la tension aux bornes du récepteur. On repère la valeur de l'angle α correspondant aux maxima et aux minima d'amplitude successifs de la tension sinusoïdale mesurée. Les résultats obtenus pour une largeur de fente égale à 40 mm sont consignés dans le tableau ci-dessous :

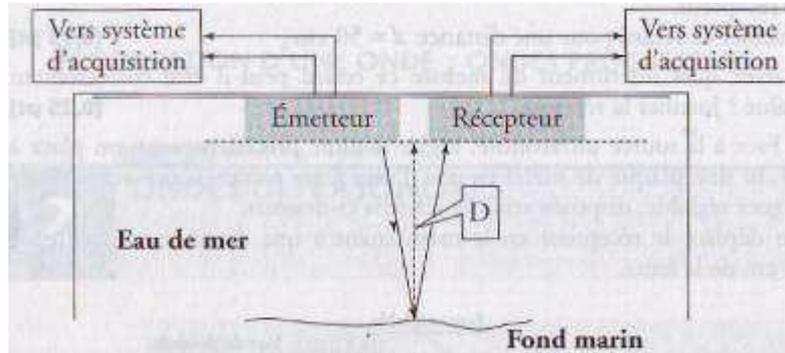
Angle α en degrés	0	12	18	25
Amplitude de la tension sinusoïdale mesurée	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum

- a. Quel phénomène physique est mis en évidence par cette expérience ? La largeur de la fente a-t-elle une influence sur ce phénomène ? **1pt**
- b. Tous les autres paramètres de l'expérience restant inchangés, la largeur de la fente est réduite à 20 mm.
Dans quel sens varie la valeur de l'angle d'observation du premier minimum ? **0.5pt**

2. Principe du sonar.

Le sonar est un dispositif émetteur-récepteur d'ondes ultrasonores qui, remorqué par un navire, permet d'obtenir des enregistrements donnant une image à deux dimensions des fonds marins.

Les dispositions de l'émetteur et du récepteur sont représentées schématiquement ci-dessous :



Les « rayons ultrasonores » qui matérialisent la direction et le sens de propagation de l'onde ultrasonore sont très peu inclinés par rapport à la verticale. On considérera donc que le trajet accompli par l'onde (de l'émetteur vers le fond marin puis, après réflexion, du fond marin vers le récepteur) se fait quasiment selon la verticale.

On utilise ici une tension sinusoïdale de fréquence $f = 20 \text{ kHz}$ pour alimenter l'émetteur, la longueur d'onde dans le milieu marin étant alors $\lambda' = 7,5 \text{ cm}$.

1. Calculer la célérité v_{eau} des ondes émises. **0.5pt**

2. L'onde n'est pas générée par l'émetteur en continu mais par trains d'ondes d'une durée de $0,010 \text{ s}$ émis toutes les secondes. Un système d'acquisition permet de visualiser la tension U_e aux bornes de l'émetteur en fonction du temps. On obtient la représentation suivante montrant deux trains d'ondes successifs S_0 et S_1 (figure 1). Une visualisation de S_1 est également proposée avec une échelle de temps plus petite afin de voir les détails du signal (figure 2).

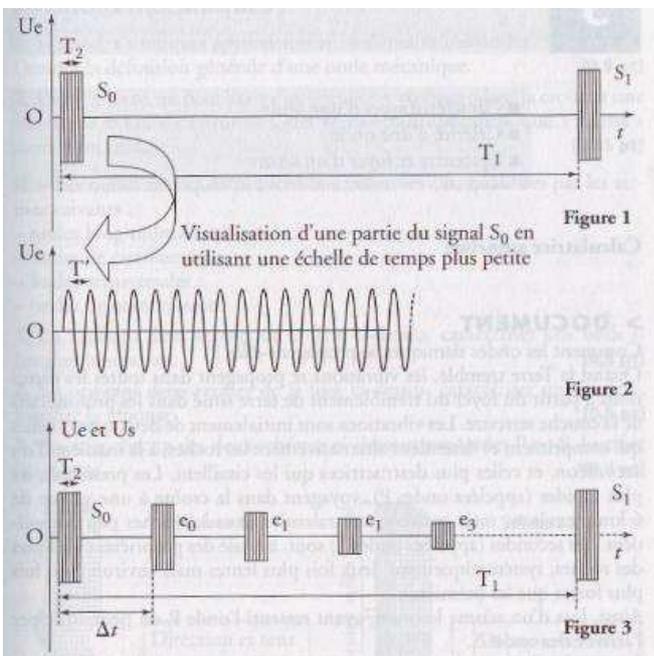
Utiliser les données du texte précédent pour déterminer les durées T' , T_1 et T_2 indiquées sur les schémas.

Justifier, le cas échéant, par des calculs. **2pts**

3. On visualise maintenant une acquisition qui superpose la tension U_e aux bornes de l'émetteur (signaux S_0 , $S_1 \dots$) et la tension U_s aux bornes du récepteur (signaux e_0 , $e_1 \dots$). Les traces e_0 , e_1 , e_2 , e_3 matérialisent les différents échos détectés par le récepteur. (Voir Figure 3)

a. On appelle Δt le décalage de temps du premier écho e_0 avec le déclenchement du premier signal électrique à $t = 0 \text{ s}$. La valeur de Δt est suffisamment faible pour que l'on considère l'ensemble émetteur-récepteur comme fixe par rapport au fond pendant cette durée.

Calculer la profondeur D du fond marin en un lieu où $\Delta t = 0,10 \text{ s}$. **1pt**



b. Proposer une explication pour l'existence d'échos multiples à intervalles de temps réguliers. Pourquoi leur amplitude décroît-elle ? **1pt**