

TS - DM 2 - Physique 2 : Les ondes mécaniques progressives périodiques

Chimie 3 : Suivi temporel d'une réaction chimique

*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.

LA PHYSIQUE SUR UN PLAN D'EAU

Amérique du nord, juin 2004

Onde à la surface de l'eau

Le gerris est un insecte que l'on peut observer sur les plans d'eau calmes de certaines rivières. Très léger cet insecte évolue sur la surface en ramant avec ses pattes.

Malgré sa discrétion, sa présence est souvent trahie par des ombres projetées sur le fond. Ces ombres (figure 1) sont la conséquence de la déformation de la surface de l'eau au contact de l'extrémité des six pattes de l'insecte (figure 2).

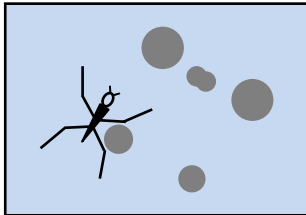


Figure 1



Figure 2

1. Quel dispositif utilisé en classe pour l'étude de la propagation des ondes à la surface de l'eau est également basé sur la projection d'ombres ?

Les déplacements de l'insecte génèrent des ondes à la surface de l'eau qui se propagent dans toutes les directions offertes par le milieu. Le schéma (figure 3) donne une vue en coupe de l'onde créée par une patte du gerris à la surface de l'eau à un instant t .

O est le point source : point de surface où est créée l'onde.

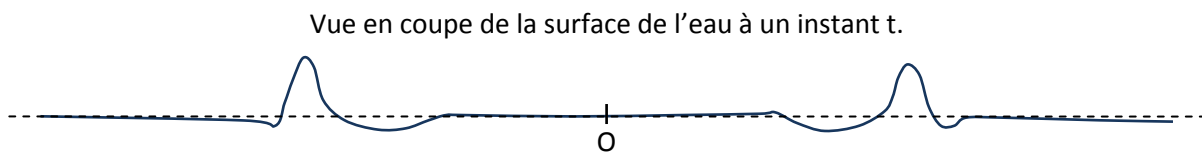


Figure 3

2. L'onde générée par le déplacement du gerris peut-elle être qualifiée de transversale ou de longitudinale ? Justifier la réponse.
3. Un brin d'herbe flotte à la surface de l'eau. Décrire son mouvement au passage de l'onde.
4. La surface de l'eau est photographiée à deux instants différents. Le document suivant est à l'échelle 1/100^e (figure 4). Calculer la célérité de l'onde.

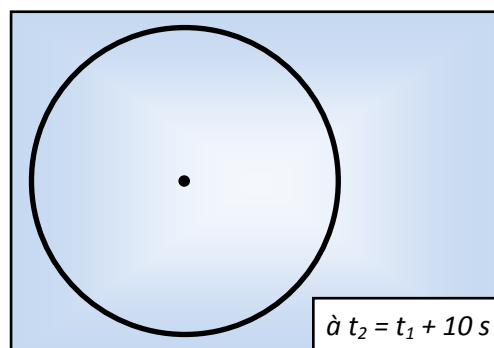
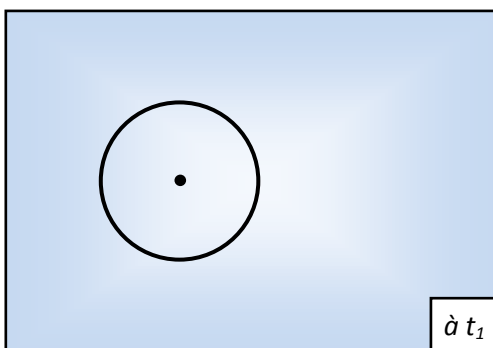


Figure 4

Un petit papillon tombé à l'eau est une proie facile pour le gerris. L'insecte prisonnier de la surface crée en se débattant des trains d'ondes sinusoïdales. La fréquence de battements des ailes du papillon est de 5 Hz ce qui génère des ondes de même fréquence à la surface de l'eau (figure 5).

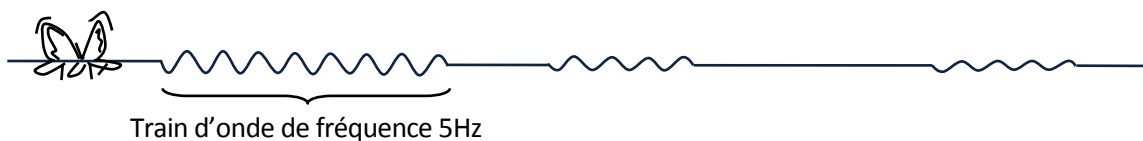


Figure 5

5. Déterminer la longueur d'onde de l'onde émise par le papillon en utilisant l'agrandissement à l'échelle 2 de la coupe de la surface de l'eau (figure 6).



Figure 6

6. Montrer que la célérité de cette onde est de $4,4 \text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$.
7. Un train d'ondes émis par le papillon arrive sur un obstacle constitué de deux galets émergeant de l'eau. Voir figure 7 ci-après.
- Quel doit être l'ordre de grandeur de la distance entre les deux galets émergeant de l'eau pour que le gerris placé comme l'indique la figure 7 (annexe), ait des chances de détecter le signal de détresse généré par le papillon ?
 - Quel nom donne-t-on à ce phénomène propre aux ondes ?
 - Compléter avec le maximum de précisions la figure 7 en représentant l'allure de la forme de l'onde après le passage de l'obstacle.

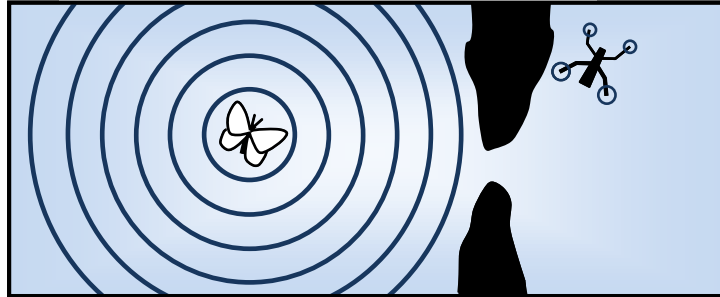


Figure 7

OXYDATION DE L'ACIDE OXALIQUE

15. Oxydation de l'acide oxalique (6 points)

A. Préliminaires

1. L'acide oxalique est l'une des espèces du couple oxydoréducteur $\text{CO}_2(\text{aq}) / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$. Sa solution est incolore. Écrire la demi-équation d'oxydoréduction de ce couple. (0,25 point)

2. On considère le couple $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) / \text{Mn}^{2+} (\text{aq})$

a. Quelles sont les couleurs des ions permanganate et manganèse (II) ? (0,25 point)

b. Écrire la demi-équation d'oxydoréduction de ce couple. (0,25 point)

3. Établir l'équation de la réaction entre l'ion $\text{MnO}_4^- (\text{aq})$ et l'acide oxalique $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 (\text{aq})$. (0,5 point)

B. Manipulation

« À la date $t = 0$, on mélange rapidement, à température constante, un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse (S_1) de permanganate de potassium (concentration molaire volumique $C_1 = 5,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), acidifiée par l'acide sulfurique concentré, et un volume $V_2 = 30 \text{ mL}$ d'une solution d'acide oxalique (S_2) de concentration molaire volumique $C_1 = 50 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$. »

Au laboratoire, on dispose :

- des béchers de 100 mL, 250 mL, 500 mL ;
- des éprouvettes graduées de 10 mL, 20 mL, 100 mL ;
- des pipettes jaugées de 1 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL ;
- des fioles jaugées de 100 mL, 200 mL, 1 L ;
- des burettes graduées de 50 mL, 100 mL ;
- d'acide oxalique cristallisé de formule ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4, 2\text{H}_2\text{O}$) ;
- de 1 L de solution aqueuse de permanganate de potassium à $5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- d'acide sulfurique concentré ;
- d'eau distillée et d'une balance de précision.

1. Par des schémas clairs assortis de légendes précises, décrire la manipulation permettant d'obtenir 100 mL de (S_1). (0,50 point)

2. a. Quelle masse d'acide oxalique cristallisé est nécessaire pour préparer 100 mL de la solution (S_2) ? (0,25 point)

b. Décrire le mode opératoire de la préparation de (S_2). (0,25 point)

C. Étude expérimentale

On étudie l'évolution de cette réaction au cours du temps. Pour cela, on détermine la concentration $[\text{MnO}_4^-]$ des ions permanganate présents dans le mélange à différentes dates. On procède par spectrophotométrie, la température du mélange étant maintenue constante.

1. Justifier la possibilité d'un suivi par spectrophotométrie. Compléter le tableau ci-après pour $t = 0 \text{ s}$. (0,50 point)

2. Établir un tableau d'avancement et compléter la dernière ligne du tableau. (1,50 point)

$t(\text{s})$	0	20	40	60	70
$[\text{MnO}_4^-] (\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$		1,96	1,92	1,68	1,40
$x(t) (\text{mmol})$					
$t(\text{s})$	80	90	100	120	180
$[\text{MnO}_4^-] (\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1})$	1,00	0,59	0,35	0,15	0,00
$x(t) (\text{mmol})$					

3. Déterminer la composition du système pour $t = 100 \text{ s}$. (0,75 point)

4. Tracer la courbe représentant $x(t)$ en fonction du temps. (0,75 point)

5. En déduire la composition du système pour $t = 75 \text{ s}$. (0,75 point)

Données : masses molaires atomiques (en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) :

$M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{H}) = 1,0$; $M(\text{Mn}) = 54,9$.