Test TS1 – mardi 29 septembre 2009 –correction

Exercice n° 1

1) Sur l'écran, le signal du haut représente celui reçu par R_1. En effet, il est en avance sur celui du bas, tout comme R_1 reçoit un signal sonore en avance par rapport à R_2.
2) R_2 reçoit le signal avec un retard de 1,1 division.
$\tau = 1{,}1 \times 2.10^{-3} = 2{,}2.10^{-3}$ s

   Ce retard correspond à la durée que met le son pour parcourir la distance d = 0,77 m. La célérité du son est donc $c = \frac{d}{\tau} = \frac{0{,}77}{2{,}2.10^{-3}} = 3{,}5.10^{2}\ \text{m.s}^{-1}$

Exercice n° 2

1) L'onde formée par la boule à vague est une onde mécanique progressive transversale, car la direction de la perturbation formée est perpendiculaire à la direction de la propagation de l'onde.
2) La longueur d'onde λ est la plus petite distance au bout de laquelle l'onde, à un instant donné, dans l'espace, se répète identiquement (c'est l'une des deux définitions vues en classe).
3) Ici, on mesure sur la deuxième courbe, 3 λ = 10,50 m, c'est-à-dire $\lambda = \frac{10{,}50}{3}$ = 3,50 m.

   La fréquence f est égale à l'inverse de la période T, laquelle représente la durée d'une oscillation en un endroit donné.

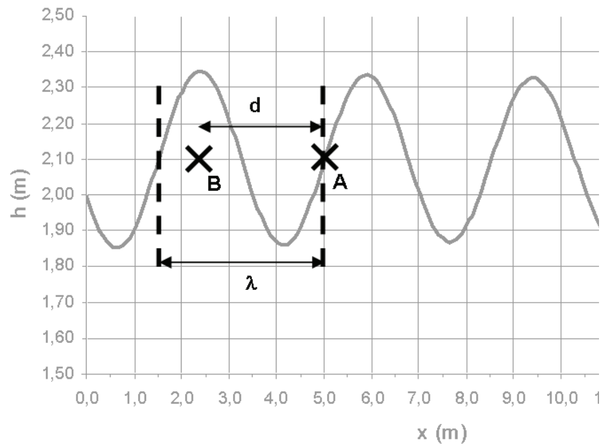
   On mesure sur la première courbe, 3 T = 4,50 s.

   On a donc $f = \frac{1}{T} = \frac{3}{4{,}50}$ = 0,667 Hz.
4) La célérité c de l'onde est égale à la distance parcourue par l'onde pendant une unité de temps.

   Puisque l'onde parcourt une distance λ pendant la durée T, on a $c = \frac{\lambda}{T} = \lambda \times f$.

   A.N. : c = 3,50 $\times$ 0,667 = 2,33 m.s^{-1}.
5) Soit τ la durée, après l'instant t_1, au bout de laquelle le point A sera en haut de la vague.

   A t = t_1, le point A se situe à une distance d du point B, qui correspond au sommet de la vague qui va l'atteindre en premier. On observe que l'on a $d = \frac{3}{4}\lambda$.



   La durée τ correspond au temps que met l'onde pour parcourir la distance d : on a $\tau = \frac{d}{c}$.

   Donc $\tau = \frac{\frac{3}{4}\lambda}{c} = \frac{3\lambda}{4c}$.

   A.N. : $\tau = \frac{3 \times 3{,}50}{4 \times 2{,}33}$ = 1,1 s.

Exercice n° 3

1. Suivi cinétique de la transformation

1.1. **Équation chimique**		$Zn\ (s)$	$+\ 2\ H_3O^+$	$=\ Zn^{2+}\ (aq)$	$+\ H_2\ (g)$	$+\ 2\ H_2O\ (\ell)$
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)				
État initial	0	$n(Zn)_i$	$n(H_3O^+)_i$	0	0	beaucoup
État en cours de transformation	x	$n(Zn)_i - x$	$n(H_3O^+)_i - 2x$	x	x	beaucoup
État final	x_{max}	$n(Zn)_i - x_{max}$	$n(H_3O^+)_i - 2x_{max}$	x_{max}	x_{max}	beaucoup

1.2. Si le zinc est le réactif limitant, alors il est totalement consommé donc $n(Zn)_i - x_{max} = 0$

alors $x_{max} = n(Zn)_i = \dfrac{m(Zn)_i}{M(Zn)}$, c'est-à-dire $x_{max} = \dfrac{0,50}{65,4} = 7,6\times10^{-3}$ mol = 7,6 mmol

Si l'ion oxonium est le réactif limitant alors $n(H_3O^+)_i - 2x_{max} = 0$, soit $x_{max} = \dfrac{n\left(H_3O^+\right)_i}{2} = \dfrac{\left[H_3O^+\right]_i.V}{2}$

$x_{max} = \dfrac{0,40\times75,0\times10^{-3}}{2} = 15\times10^{-3}$ mol.

Le **réactif limitant est le zinc** car il conduit à la valeur de l'avancement maximal la plus faible.
Par conséquent, on a : **$x_{max} = 7,6\times10^{-3}$ mol = 7,6 mmol**

1.3.1. D'après le tableau d'avancement, $n(H_2) = x$ et d'après le texte $(P - P_i).V_{gaz} = n(H_2).R.T$ donc

$$x = \frac{(P - P_i).V_{gaz}}{R.T}$$

1.3.2. Pour $P = P_{max}$ alors $x = x_{max}$

D'après 1.3.1. $x_{max} = \dfrac{(P_{max} - P_i).V_{gaz}}{R.T}$

$$\frac{x}{x_{max}} = \frac{(P - P_i).V_{gaz}}{R.T} \times \frac{R.T}{(P_{max} - P_i).V_{gaz}}$$

$$\frac{x}{x_{max}} = \left(\frac{P - P_i}{P_{max} - P_i}\right)$$

soit $x = x_{max}.\left(\dfrac{P - P_i}{P_{max} - P_i}\right)$

1.3.3. Voir figure ci-après. L'échelle verticale de la figure est 1 cm → 1 mmol.

Pour t > 200 min, x = cte = x_{max} ; on mesure pour x_{max} → 7,6 cm soit **x_{max} = 7,6 mmol**.

Cette valeur est égale à celle calculée en 1.2.

1.3.4. Pour t = 50,0 min, P = 1452 hPa. D'autre part P_i = 1020hPa et on lit P_{max} = 1757 hPa.

On utilise l'expression obtenue en 1.3.2. $x = 7{,}6\times10^{-3} \times \left(\dfrac{1452-1020}{1757-1020}\right)$

$x = 4{,}5\times10^{-3}$ mol = 4,5 mmol *calcul effectué avec la valeur non arrondie de x_{max}*

Vérification sur la courbe voir ci-après.

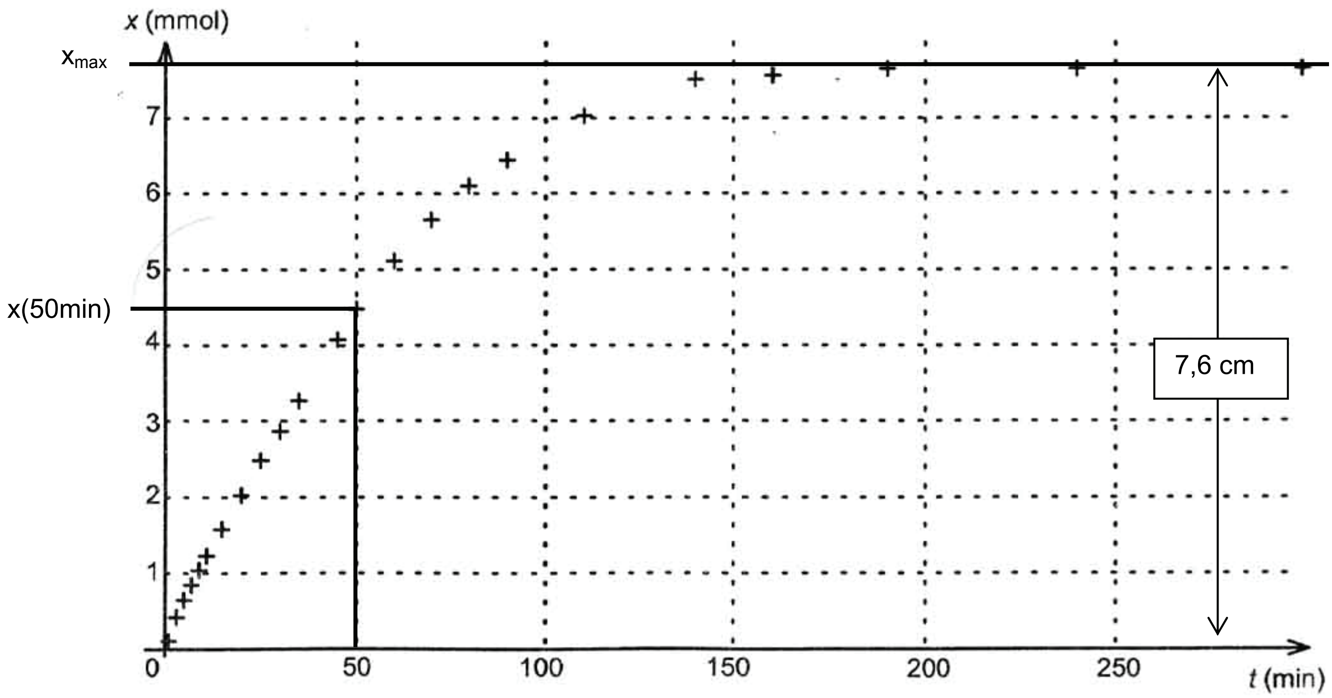


Figure 2

1.4. $v = \dfrac{1}{V}.\dfrac{dx}{dt}$, le volume V de la solution étant constant alors la vitesse volumique de réaction est proportionnelle à $\dfrac{dx}{dt}$.

Ce terme représente le coefficient directeur de la tangente à la courbe représentative de x(t) à la date t.

$\left(\dfrac{dx}{dt}\right)_t$ diminue donc au cours du temps, jusqu'à devenir nul pour t > 200,0 min, donc la vitesse diminue progressivement.

2. Facteurs cinétiques

2.1. Influence de la concentration en ion oxonium

La concentration initiale en ions oxonium est un facteur cinétique, plus elle est élevée et plus la vitesse initiale de réaction est élevée.

$[H_3O^+]_{exp\ 1} > [H_3O^+]_{exp\ 3} > [H_3O^+]_{exp\ 2}$

donc $v_1 > v_3 > v_2$

Or il est clair, graphiquement, que le coefficient directeur de la courbe a est supérieur à celui de la courbe b qui est supérieur à celui de la courbe c, ceci à un même instant.

On associe donc la courbe (a) à l'expérience 1, la courbe (b) à l'expérience 3 et la courbe (c) à l'expérience 2.

2.2. Influence de la forme du zinc (division et état de surface)

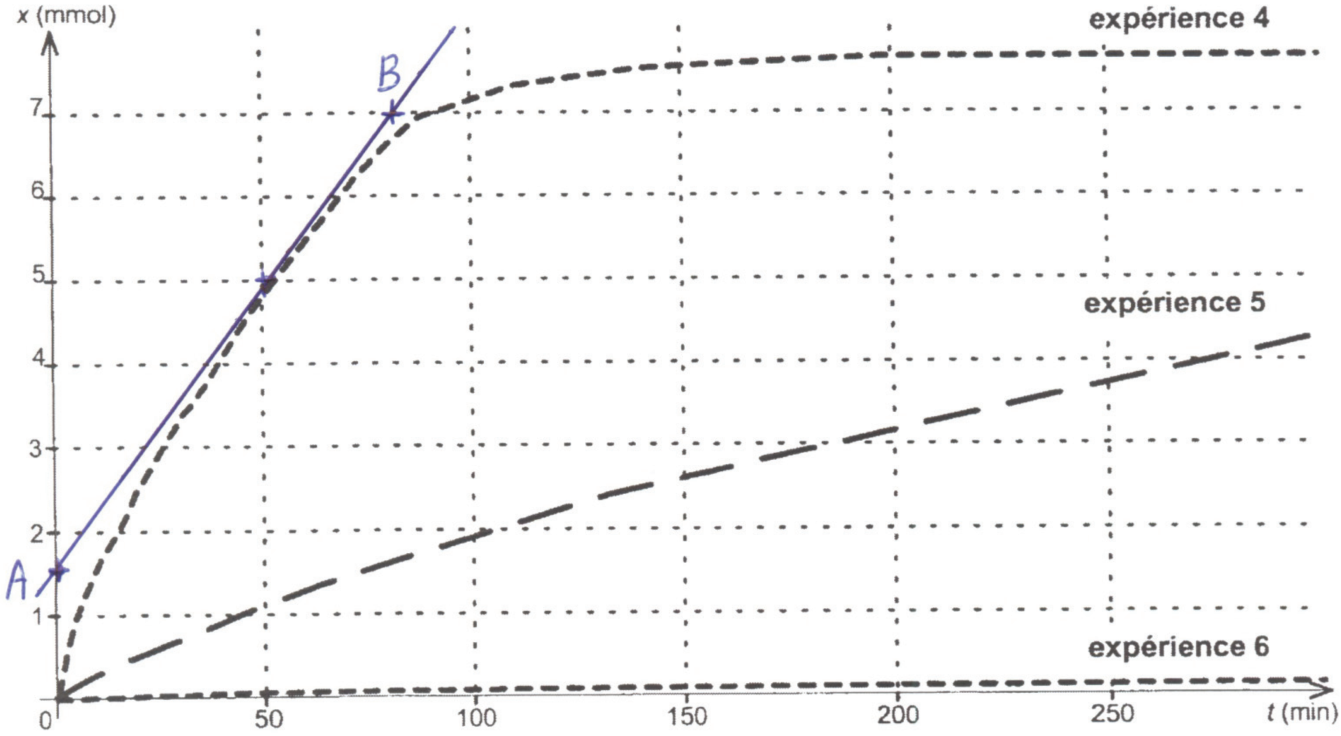
2.2.1. Pour l'expérience 4, la vitesse de réaction est plus élevée que pour l'expérience 5. La poudre de zinc réagit plus rapidement avec l'acide que la grenaille de zinc.

La poudre de zinc offre une plus grande surface de contact avec la solution. Plus la surface de contact est grande et plus la réaction est rapide.

2.2.2 Pour l'expérience 6, l'avancement croît de façon très lente. Il n'y a presque pas de réaction entre le zinc et la solution d'acide. La couche de carbonate de zinc protège le métal de l'attaque acide.

3. **Calcul d'une vitesse volumique**

La **vitesse volumique instantanée de réaction à t = 50 min.** est $v(50\text{ min}) = \frac{1}{V}\left.\frac{dx}{dt}\right)_{t=50\text{ min}}$, où $\left.\frac{dx}{dt}\right)_{t=50\text{ min}}$ est le coefficient directeur de la tangente à la courbe 4 de la figure 4, et V = 75 mL le volume de la solution (lequel volume se réduit environ à celui de la solution d'acide sulfurique).



La tangente à la courbe 4 de la figure 4 à t = 50 min, passe par les points $A(0{,}0\text{ min} ; 1{,}5\text{ mmol})$ et $B(82\text{ min} ; 7{,}0\text{ mmol})$

(la valeur 82 min a été obtenue en effectuant une règle de trois avec des mesures à la règle des temps écoulés).

Le coefficient directeur de cette tangente est donc $\left.\frac{dx}{dt}\right)_{t=50\text{ min}} = \frac{7{,}0-1{,}5}{82-0{,}0}\text{ mmol.min}^{-1}$.

La **vitesse volumique instantanée de réaction à t = 50 min.** est

$$v(50\text{ min}) = \frac{1}{V}\left.\frac{dx}{dt}\right)_{t=50\text{ min}} = \frac{1}{75.10^{-3}} \times \frac{7{,}0-1{,}5}{82-0{,}0}$$
$$= 8{,}9.10^{-1}\text{mmol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$
$$= 8{,}9.10^{-4}\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

Note : il était naturellement possible de calculer la vitesse en $\text{mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ plutôt qu'en $\text{mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$.