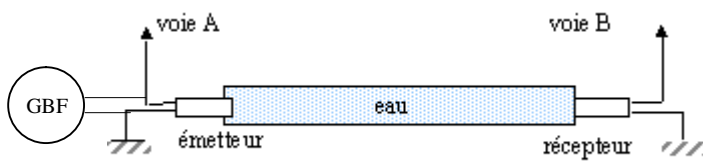


PHYSIQUE :

Exercice 1 : Célérité dans les liquides :

1)



2) 4 périodes correspondent à 0,1 ms ; $T = 10^{-4} / 4 = 2,5 \cdot 10^{-5}$ s.
la fréquence est l'inverse de la période : $f = 1 / 2,5 \cdot 10^{-5} = \underline{40\,000 \text{ Hz}}$.

3) la célérité (m/s) est égale à la distance D(m) divisée par le décalage Δt (s) : $0,9 / 6 \cdot 10^{-4} = \underline{1500 \text{ m/s}}$.

4) Pour l'acétone : $V = 0,9 / 7,6 \cdot 10^{-4} = \underline{1184 \text{ m/s}}$.

pour le glycérol : $V = 0,9 / 4,7 \cdot 10^{-4} = \underline{1915 \text{ m/s}}$. Pour le kérosène : $V = 0,9 / 6,8 \cdot 10^{-4} = \underline{1324 \text{ m/s}}$.

5) pour l'air : $\Delta t = 0,9 / 341 = \underline{2,63 \text{ ms}}$.

Exercice 2 : Caténaire :

1) On appelle onde mécanique le phénomène de propagation de proche en proche d'une perturbation dans un milieu matériel, sans transport de matière ; cette onde transporte de l'énergie.

2) Une onde est transversale si la perturbation provoquée est perpendiculaire à la direction de propagation.

3) $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ (et unités) 4) volume de la corde : $V = \pi r^2 L = 3,14 * (5 \cdot 10^{-4})^2 * 0,42 = 3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$.

D'où la masse de la corde : $m = V (\text{m}^3) \times \rho (\text{kg/m}^3)$ soit $m = 3,3 \cdot 10^{-7} * 7,86 \cdot 10^3 = 2,6 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

Pour finir sa masse linéique est : $\mu = 2,6 \cdot 10^{-3} / 0,42 = 6,17 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}$.

Donc la célérité est : $V_1 = [843 / 6,17 \cdot 10^{-3}]^{0,5} = \underline{369,6 \text{ m/s}}$.

5) Même raisonnement pour la célérité $V_2 = [2,6 \cdot 10^4 / 1,4]^{0,5} = \underline{136,3 \text{ m/s}}$.

6) La vitesse limite de la rame est : $136,3 * 0,7 = 95,4 \text{ m/s}$ soit $95,4 * 3,6 = \underline{343,5 \text{ km/h}}$.

CHIMIE :

Exercice 1 :

1. Suivi spectrophotométrique de la transformation chimique.

1.1. (0,25) On peut effectuer un suivi cinétique par différentes techniques non destructives (qui n'affectent pas le milieu réactionnel):

- mesure de pression
- mesure de conductance G ou conductivité σ
- mesure de volume gazeux

1.2.1. (0,25) A est proportionnelle à c, donc $A = k \cdot c$ soit $k = \frac{A}{c}$

(0,25) Avec le couple de valeurs proposé $k = \frac{1,70}{5,0 \times 10^{-3}} = 3,4 \times 10^2 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$

1.2.2. Le mélange réactionnel absorbe de la lumière à cause de la présence du diiode. L'absorbance est proportionnelle à la concentration en diiode notée c. On a donc $c = \frac{A}{k}$

(0,25) $n_{I_2}(t) = c \cdot V$ avec V volume du mélange réactionnel = $V_1 + V_2$

(0,25) on retrouve bien $n_{I_2}(t) = \frac{A(t)}{k} (V_1 + V_2)$

1.2.3. (0,25) Pour $t = 90$ min, on lit dans le tableau $A = 0,79$.

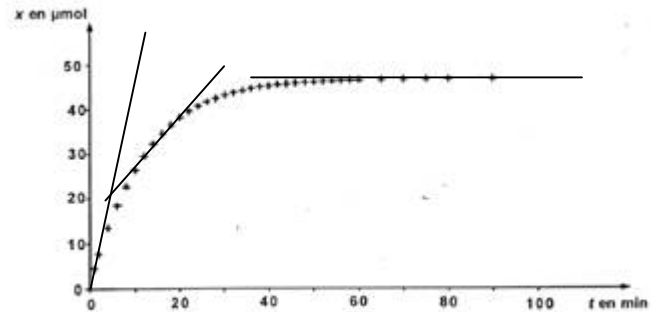
$$n_{I_2}(90) = \frac{0,79}{3,4 \times 10^2} (10 + 10) \times 10^{-3}$$

$$n_{I_2}(90) = 4,6 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

1.3.1. $v = \frac{1}{V_s} \frac{dx}{dt}$

(0,25) Le terme $\frac{dx}{dt}$ est égal au coefficient

directeur de la tangente à la courbe représentative de la fonction $x = f(t)$ à la date t . Donc la vitesse est proportionnelle à ce coefficient directeur.



(0,25) On constate que ce coefficient diminue au cours du temps, donc v diminue. Pour $t > 80$ min, la tangente est horizontale, donc $v = 0$. La transformation est terminée.

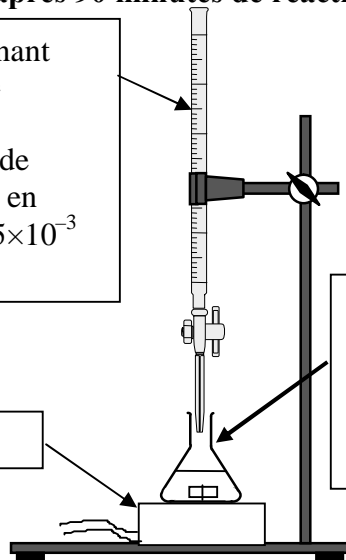
1.3.2. (0,25) Au fur et à mesure, les réactifs sont consommés et donc leurs concentrations diminuent. Ceci explique la baisse de la vitesse de réaction au cours du temps. Pour $t > 80$ min, le réactif limitant est totalement consommé, la transformation n'évolue plus.

1.3.3. (0,25) Il faudrait **augmenter la température** pour obtenir plus rapidement l'état final.

2. Titrage du diiode formé après 90 minutes de réaction.

2.1. (0,5) burette graduée contenant une solution étalon de thiosulfate de sodium ($2Na^+_{(aq)} + S_2O_3^{2-}_{(aq)}$) de concentration molaire en soluté apporté $c' = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

agitateur magnétique



erlenmeyer contenant:
 - de l'eau glacée
 - le mélange réactionnel S de volume $V = 5,0 \text{ mL}$.
 - quelques gouttes d'indicateur de fin de réaction

2.2. (0,25) Pour $V < V'_E$, les ions thiosulfate sont en défaut et le diiode est en excès.

A l'équivalence les réactifs sont totalement consommés, ils ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

Pour $V > V'_E$, les ions thiosulfate sont en excès, tandis que le diiode ayant disparu est le réactif limitant. A l'équivalence, il y a changement de réactif limitant.

2.3.1. (0,5)

1^{ère} méthode: sans tableau d'avancement

A l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques donc

$$n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{n_{S_2O_3^{2-}}}{2} \text{ versé} \quad \text{soit } n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$$

Le mélange réactionnel a un volume $V_1+V_2 = 20,0 \text{ mL}$, donc $n_{I_2} (90) = 4 n_{I_2} (5\text{mL})$

soit $n_{I_2} (90) = 2c' \cdot V'_E$ quantité de matière de diiode formé au bout de 90 minutes dans le mélange réactionnel.

2^{ème} méthode: à l'aide du tableau d'avancement

Annexe 2 (Facultatif)

Relation stœchiométrique		$I_{2(aq)} + 2S_2O_3^{2-}{}_{(aq)} = 2I^-{}_{(aq)} + S_4O_6^{2-}{}_{(aq)}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial	$x = 0$	$n_{I_2} (5\text{mL})$	$n_2 = c' \cdot V'_E$	0	0
Au cours de la transformation	x	$n_{I_2} - x$	$n_2 - 2x$ $c' \cdot V'_E - 2x$	$2x$	x
A l'équivalence	x_{equiv}	$n_{I_2} - x_{equiv} = 0$	$c' \cdot V'_E - 2x_{equiv} = 0$	$2x_{equiv}$	x_{equiv}

D'après le tableau, on a $c' \cdot V'_E - 2x_{equiv} = 0$ soit $x_{equiv} = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$

et $n_{I_2} - x_{equiv} = 0$ soit $n_{I_2} (5\text{mL}) = x_{equiv}$

donc $n_{I_2} (5\text{mL}) = \frac{c' \cdot V'_E}{2}$

Le mélange réactionnel a un volume $V_1+V_2 = 20,0 \text{ mL}$, donc $n_{I_2} (90) = 4 \times n_{I_2} (5\text{mL})$

soit $n_{I_2} (90) = 2c' \cdot V'_E$ quantité de matière de diiode formé au bout de 90 minutes dans le mélange réactionnel.

2.3.2. (0,25) $n_{I_2} (90) = 2 \times 2,5 \times 10^{-3} \times 9,2 \times 10^{-3}$

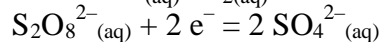
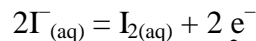
$n_{I_2} (90) = 4,6 \times 10^{-5} \text{ mol}$

2.3.3. (0,25) Oui la valeur calculée est compatible avec celle du 1.2.3. puisque les deux méthodes conduisent effectivement au même résultat.

3. Étude théorique et bilan comparatif.

3.1. (0,25) $I_{2(aq)} / I^-{}_{(aq)}$ oxydation des ions iodure

$S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} / SO_4^{2-}{}_{(aq)}$ réduction des ions peroxodisulfate



3.2.1. (0,5) Relation stœchiométrique		$2I^-{}_{(aq)} + S_2O_8^{2-}{}_{(aq)} = I_{2(aq)} + 2SO_4^{2-}{}_{(aq)}$			
État du système	Avancement	Quantité de matière en mol			
État initial	$x = 0$	$c_1 \cdot V_1$	$c_2 \cdot V_2$	0	0
Au cours de la transformation	x	$c_1 \cdot V_1 - 2x$	$c_2 \cdot V_2 - x$	x	$2x$
État final attendu	x_{max}	$c_1 \cdot V_1 - 2x_{max}$	$c_2 \cdot V_2 - x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

3.2.2. (0,25) Si I^- est le réactif limitant alors $c_1 \cdot V_1 - 2x_{max} = 0$

$$\text{soit } x_{max} = \frac{c_1 V_1}{2} = \frac{5,0 \times 10^{-1} \times 10,0 \times 10^{-3}}{2}$$

$$x_{max} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

Si $S_2O_8^{2-}{}_{(aq)}$ est le réactif limitant alors $c_2 \cdot V_2 - x_{max} = 0$

$$\text{soit } x_{max} = c_2 \cdot V_2 = 5,0 \times 10^{-3} \times 10,0 \times 10^{-3}$$

$$x_{max} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

(0,25) Le réactif limitant est celui qui conduit à l'avancement maximal le plus faible, il s'agit donc de $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}(\text{aq})$ et $x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$.

(0,25) D'après le tableau $n_{\text{I}_2} = x_{\text{max}} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$ quantité maximale de diiode

3.3. (0,25) Dans la question 1.2.3., la spectrophotométrie nous a permis de trouver $n_{\text{I}_2} = 4,6 \times 10^{-5} \text{ mol}$
 Dans la question 2.3.2, le titrage nous a conduit à la même valeur.

En théorie, si la transformation est totale, on aurait pu obtenir $n_{\text{I}_2} = 5,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$.

On peut calculer l'écart relatif entre ces deux valeurs:
$$\frac{|n_{\text{exp}}(\text{I}_2) - n_{\text{th}}(\text{I}_2)|}{n_{\text{th}}(\text{I}_2)} = \frac{|4,6 - 5,0|}{5,0} = 0,080$$

(0,25) Soit un écart relatif de 8 % .

(0,25) Deux hypothèses sont possibles:

- soit à $t = 90 \text{ min}$, la transformation lente n'était pas terminée.
- soit la transformation totale a eu le temps de se terminer mais des erreurs expérimentales lors du titrage (erreur sur la détermination de V'_E) ou lors du suivi spectrophotométrique ont été commises. (erreurs peu importantes puisque 8% d'écart seulement)