BURHAN

Suivi temporel d'une transformation : vitesse de réaction : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Version en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/suivi-temporel-d-une-transformation/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Suivi temporel d'une transformation : vitesse de réaction	Application	8

Exercice 1

Zinc dans l'acide chlorhydrique : tableau d'avancement

On verse $40{,}0\,\mathrm{mL}$ d'acide chlorhydrique, de concentration en ions oxonium $0{,}500\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, sur $0{,}327\,\mathrm{g}$ de zinc en poudre. La transformation, totale, a pour équation :

$$\mathrm{Zn_{(s)} + 2\,H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + H_{2(g)} + 2\,H_2O_{(l)}}$$

Donnée : $M(\mathrm{Zn}) = 65{,}4\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

1.

Calculer les quantités initiales de zinc et d'ions oxonium.

INDICE

Outil : $n = \dfrac{m}{M}$ pour le solide, $n = cV$ pour la solution, avec V en litres.

CORRIGÉ

Zinc.

$$n_0 = \frac{m}{M} = \frac{0{,}327}{65{,}4}$$
$$n_0 = 5{,}00 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol}$$

Ions oxonium. $V = 40{,}0\,\mathrm{mL} = 4{,}00 \times 10^{-2}\,\mathrm{L}$:

$$n_0 = cV = 0{,}500 \times 4{,}00 \times 10^{-2}$$
$$n_0 = 2{,}00 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol}$$

Conclusion. Le système contient au départ $5{,}00\,\mathrm{mmol}$ de zinc et $20{,}0\,\mathrm{mmol}$ d'ions oxonium.

2.

Dresser le tableau d'avancement, puis déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.

INDICE

Outil : une ligne par état ; pour chaque réactif, cherche l'avancement qui annule sa quantité.

CORRIGÉ

Tableau d'avancement (quantités en mmol, eau en excès) :

État	Zn	$\mathrm{H_3O^+}$	$\mathrm{Zn^{2+}}$	$\mathrm{H_2}$
initial	$5{,}00$	$20{,}0$	0	0
à x	$5{,}00 - x$	$20{,}0 - 2x$	x	x
final	0	$10{,}0$	$5{,}00$	$5{,}00$

Avancement maximal. $5{,}00 - x = 0$ donne $x = 5{,}00\,\mathrm{mmol}$; $20{,}0 - 2x = 0$ donne $x = 10{,}0\,\mathrm{mmol}$. La plus petite valeur l'emporte.

Conclusion. $x_{\max} = 5{,}00\,\mathrm{mmol}$: le zinc est le réactif limitant, il reste $10{,}0\,\mathrm{mmol}$ d'ions oxonium.

3.

À un instant t_1, l'avancement vaut $x_1 = 2{,}00\,\mathrm{mmol}$. Donner la composition du système à cet instant.

INDICE

Outil : la ligne « à x » du tableau, avec $x = x_1$.

CORRIGÉ

Composition. On remplace x par $2{,}00\,\mathrm{mmol}$:

- zinc : $5{,}00 - 2{,}00 = 3{,}00\,\mathrm{mmol}$;
- ions oxonium : $20{,}0 - 4{,}00 = 16{,}0\,\mathrm{mmol}$;
- ions zinc et dihydrogène : $2{,}00\,\mathrm{mmol}$ chacun.

Conclusion. À t_1, il reste $3{,}00\,\mathrm{mmol}$ de zinc et $16{,}0\,\mathrm{mmol}$ d'ions oxonium ; il s'est formé $2{,}00\,\mathrm{mmol}$ d'ions zinc et autant de dihydrogène.

Exercice 2

Eau oxygénée et ions iodure : titrage d'un prélèvement

On mélange $50{,}0\,\mathrm{mL}$ d'eau oxygénée à $3{,}00\times10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ et $50{,}0\,\mathrm{mL}$ d'iodure de potassium à $0{,}180\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, acidifiés par quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. La transformation, totale, a pour équation :

$$\mathrm{H_2O_{2(aq)} + 2\,I^-_{(aq)} + 2\,H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow I_{2(aq)} + 4\,H_2O_{(l)}}$$

L'eau oxygénée est le réactif limitant. À $t = 8\,\mathrm{min}$, on prélève $V_0 = 10{,}0\,\mathrm{mL}$ du mélange et on le verse dans de l'eau glacée. On titre le diiode par les ions thiosulfate à $1{,}50\times10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$:

$$\mathrm{I_2 + 2\,S_2O_3^{2-} \longrightarrow 2\,I^- + S_4O_6^{2-}}$$

L'équivalence est obtenue pour $V_E = 11{,}2\,\mathrm{mL}$.

1.

Pourquoi verse-t-on le prélèvement dans de l'eau glacée avant de le titrer ?

INDICE

Outil : pense à ce que deviendrait le prélèvement pendant les minutes du titrage.

CORRIGÉ

Rôle de l'eau glacée. La dilution abaisse les concentrations et le froid abaisse la température : deux facteurs cinétiques qui ralentissent fortement la réaction.

Conclusion. Le prélèvement garde la composition de l'instant $t = 8\,\mathrm{min}$ pendant le titrage ; sans cette trempe, on doserait plus de diiode que n'en contenait le mélange à cet instant.

2.

Calculer la quantité de diiode contenue dans le prélèvement.

INDICE

Outil : à l'équivalence, $n(\mathrm{I_2}) = \dfrac{c\,V_E}{2}$, d'après l'équation du titrage.

CORRIGÉ

Relation d'équivalence. Une molécule de diiode réagit avec deux ions thiosulfate : $n(\mathrm{I_2}) = \dfrac{c\,V_E}{2}$.

Application numérique. $V_E = 1{,}12\times10^{-2}\,\mathrm{L}$:

$$n = \frac{1{,}50\times10^{-2}}{2}\times1{,}12\times10^{-2}$$
$$n = 8{,}40\times10^{-5}\,\mathrm{mol}$$

Conclusion. Le prélèvement contient $8{,}40\times10^{-5}\,\mathrm{mol}$ de diiode.

3.

En déduire l'avancement à $t = 8\,\text{min}$ et la quantité d'eau oxygénée restante à cet instant.

INDICE

Outil : le mélange entier occupe $100\,\text{mL}$, soit dix fois V_0 ; puis le tableau d'avancement.

CORRIGÉ

Quantités initiales. $n_0(\text{H}_2\text{O}_2) = 3{,}00 \times 10^{-2} \times 0{,}0500 = 1{,}50\,\text{mmol}$ et $n_0(\text{I}^-) = 0{,}180 \times 0{,}0500 = 9{,}00\,\text{mmol}$.

Tableau d'avancement (en mmol, ions oxonium en excès) :

État	H_2O_2	I^-	I_2
initial	$1{,}50$	$9{,}00$	0
à x	$1{,}50 - x$	$9{,}00 - 2x$	x

Avancement. Le diiode, absent au départ, vaut x. Dans le mélange entier : $n(\text{I}_2) = 10 \times 8{,}40 \times 10^{-5} = 8{,}40 \times 10^{-4}\,\text{mol}$, soit $x = 0{,}840\,\text{mmol}$.

Eau oxygénée restante. $1{,}50 - 0{,}840 = 0{,}66\,\text{mmol}$.

Conclusion. À $t = 8\,\text{min}$, $x = 0{,}840\,\text{mmol}$ et il reste $0{,}66\,\text{mmol}$ d'eau oxygénée.

Exercice 3

Hydrolyse d'un bromoalcane : avancement par conductimétrie

On note RBr le 2-bromo-2-méthylpropane, avec R le groupe $(\mathrm{CH_3})_3\mathrm{C}$. On en dissout $1{,}20\,\mathrm{mmol}$ dans un mélange d'eau et d'acétone, de volume constant, à température fixée. L'hydrolyse, totale, forme des ions :

$$\mathrm{RBr} + 2\,\mathrm{H_2O} \longrightarrow \mathrm{ROH} + \mathrm{H_3O^+} + \mathrm{Br^-}$$

Un conductimètre indique $\sigma_0 = 8\,\mathrm{mS\cdot m^{-1}}$ au départ, $\sigma = 248\,\mathrm{mS\cdot m^{-1}}$ à $t_1 = 6\,\mathrm{min}$, et $\sigma_f = 488\,\mathrm{mS\cdot m^{-1}}$ à la fin.

1.

Donner l'avancement final x_f de la transformation.

INDICE

Outil : la transformation est totale et l'eau est en large excès.

CORRIGÉ

Réactif limitant. L'eau est le solvant, en large excès : le bromoalcane est limitant, et $1{,}20 - x_{\max} = 0$.

Conclusion. La transformation étant totale, $x_f = x_{\max} = 1{,}20\,\mathrm{mmol}$.

2.

Calculer l'avancement x_1 à l'instant t_1.

INDICE

Outil : la relation entre la conductivité et l'avancement, appliquée entre l'état initial, l'état final et l'instant t_1.

CORRIGÉ

Relation. Le volume et la température sont constants : $x_1 = x_f\,\dfrac{\sigma - \sigma_0}{\sigma_f - \sigma_0}$.

Application numérique. Les conductivités sont dans la même unité :

$$x_1 = 1{,}20 \times \frac{248 - 8}{488 - 8}$$
$$x_1 = 0{,}600\,\mathrm{mmol}$$

Conclusion. À $t_1 = 6\,\mathrm{min}$, l'avancement vaut $0{,}600\,\mathrm{mmol}$, la moitié de x_f.

3.

Quelle quantité de 2-bromo-2-méthylpropane reste-t-il à l'instant t_1 ?

INDICE

Outil : le tableau d'avancement de l'hydrolyse.

CORRIGÉ

Tableau d'avancement (en mmol, eau en excès) :

État	RBr	$\mathrm{H_3O^+}$	$\mathrm{Br^-}$
initial	$1{,}20$	0	0
à x	$1{,}20 - x$	x	x

Quantité restante. $1{,}20 - 0{,}600 = 0{,}600\,\mathrm{mmol}$.

Conclusion. À t_1, il reste $0{,}600\,\mathrm{mmol}$ de 2-bromo-2-méthylpropane : t_1 est ici le temps de demi-réaction.

Exercice 4

Carbonate de calcium et acide : avancement par la pression

Dans un flacon fermé, relié à un capteur de pression, on fait réagir du carbonate de calcium en poudre avec de l'acide chlorhydrique :

$$\begin{aligned}&\mathrm{CaCO_{3(s)}} + 2\,\mathrm{H_3O^+_{(aq)}}\\ &\longrightarrow \mathrm{Ca^{2+}_{(aq)}} + \mathrm{CO_{2(g)}}\\ &\quad + 3\,\mathrm{H_2O_{(l)}}\end{aligned}$$

Le gaz du flacon occupe $V = 300\,\mathrm{mL}$, à $27\,^\circ\mathrm{C}$. La pression vaut $p_0 = 1008\,\mathrm{hPa}$ au départ et $p = 1090\,\mathrm{hPa}$ à l'instant t_1. On suppose les gaz parfaits et le dioxyde de carbone non dissous.

Données : $R = 8{,}31\,\mathrm{J\cdot mol^{-1}\cdot K^{-1}}$; $M(\mathrm{Ca}) = 40{,}1$, $M(\mathrm{C}) = 12{,}0$ et $M(\mathrm{O}) = 16{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.

1.

Exprimer la surpression $p - p_0$, le volume V et la température T dans les unités du système international.

INDICE

Outil : $1\,\mathrm{hPa} = 100\,\mathrm{Pa}$, $1\,\mathrm{mL} = 10^{-6}\,\mathrm{m^3}$ et $T = \theta + 273$.

CORRIGÉ

Surpression. $p - p_0 = 1090 - 1008 = 82\,\mathrm{hPa} = 8{,}2\times10^{3}\,\mathrm{Pa}$.

Volume et température. $V = 3{,}00\times10^{-4}\,\mathrm{m^3}$ et $T = 27 + 273 = 300\,\mathrm{K}$.

Conclusion. On calcule avec $8{,}2\times10^{3}\,\mathrm{Pa}$, $3{,}00\times10^{-4}\,\mathrm{m^3}$ et $300\,\mathrm{K}$.

2.

Calculer l'avancement x_1 à l'instant t_1.

INDICE

Outil : la relation entre la quantité de gaz formé et l'avancement à volume constant, avec $b = 1$.

CORRIGÉ

Relation. Le dioxyde de carbone, absent au départ, a pour nombre stœchiométrique $b = 1$: $x_1 = \dfrac{(p - p_0)\,V}{R\,T}$.

Application numérique. Au numérateur, $(p - p_0)\,V = 8{,}2\times10^{3}\times3{,}00\times10^{-4} = 2{,}46\,\mathrm{J}$; au dénominateur, $R\,T = 8{,}31\times300 = 2{,}49\times10^{3}\,\mathrm{J\cdot mol^{-1}}$:

$$\begin{aligned}x_1 &= \frac{2{,}46}{2{,}49\times10^{3}}\\ x_1 &= 9{,}9\times10^{-4}\,\mathrm{mol}\end{aligned}$$

Conclusion. À t_1, l'avancement vaut $9{,}9\times10^{-4}\,\mathrm{mol}$, avec deux chiffres significatifs comme la surpression.

3.

En déduire la masse de carbonate de calcium consommée entre le début et t_1.

INDICE

Outil : le tableau d'avancement donne la quantité consommée ; puis $m = n\,M$.

CORRIGÉ

Tableau d'avancement (acide en excès, n_0 quantité initiale de carbonate) :

État	$\mathrm{CaCO_3}$	$\mathrm{Ca^{2+}}$	$\mathrm{CO_2}$
initial	n_0	0	0
à x	$n_0 - x$	x	x

Masse. La quantité consommée vaut x_1, et $M(\mathrm{CaCO_3}) = 40{,}1 + 12{,}0 + 3 \times 16{,}0 = 100{,}1\ \mathrm{g\cdot mol^{-1}}$:

$$m = 9{,}9 \times 10^{-4} \times 100{,}1$$
$$m = 9{,}9 \times 10^{-2}\ \mathrm{g}$$

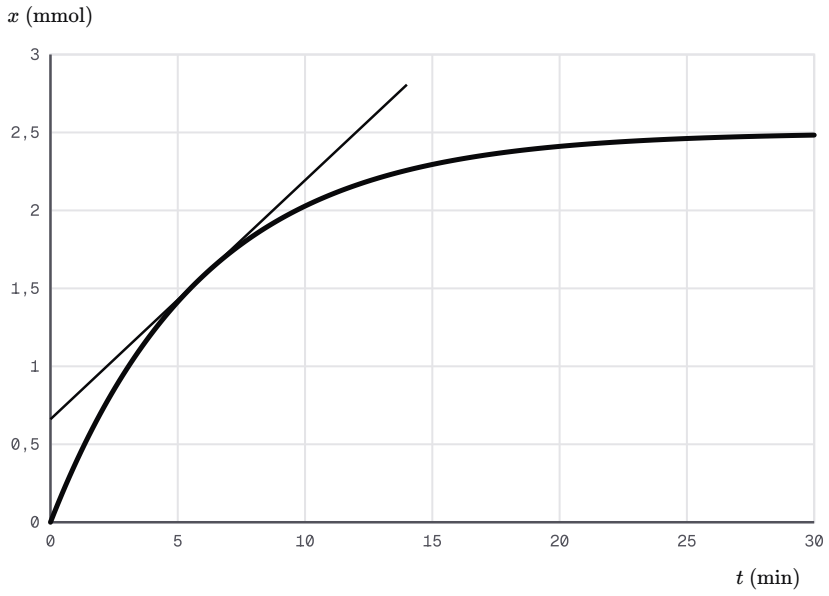
Conclusion. Environ $99\ \mathrm{mg}$ de carbonate de calcium ont réagi entre le début et t_1.

Exercice 5

Vitesse volumique lue sur une tangente tracée

On suit, par des titrages successifs, la réaction des ions iodure avec l'eau oxygénée en milieu acide, dans un mélange de volume $V = 250\,\text{mL}$. La figure donne l'avancement x en fonction du temps et la tangente à la courbe au point d'abscisse $t_1 = 6\,\text{min}$.

Cette tangente passe par les points de coordonnées $(0 ; 0{,}66\,\text{mmol})$ et $(12\,\text{min} ; 2{,}50\,\text{mmol})$.



Avancement au cours du temps (courbe modélisant les mesures) et tangente à six minutes

Tangente calculée en x = 6 : coefficient directeur ≈ 0,153283.

1.

Calculer le coefficient directeur de la tangente, avec son unité.

INDICE

Outil : $\dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ entre les deux points donnés.

CORRIGÉ

Pente.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{2{,}50 - 0{,}66}{12 - 0}$$
$$\frac{\Delta x}{\Delta t} \approx 0{,}153$$

La pente s'exprime en $\text{mmol} \cdot \text{min}^{-1}$.

Conclusion. Le coefficient directeur de la tangente vaut environ $0{,}153\,\text{mmol} \cdot \text{min}^{-1}$.

2.

En déduire la vitesse volumique de réaction à l'instant t_1.

INDICE

Outil : la définition de la vitesse volumique, $v = \dfrac{1}{V}\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$, avec V en litres.

CORRIGÉ

Définition. $\dfrac{\mathrm{d}x}{\mathrm{d}t}$ à t_1 est la pente de la tangente, et $V = 0{,}250\,\mathrm{L}$:

$$v(t_1) \approx \frac{0{,}153}{0{,}250}$$
$$v(t_1) \approx 0{,}61$$

L'unité est le $\mathrm{mmol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}}$.

Conclusion. À t_1, la vitesse volumique vaut environ $0{,}61\,\mathrm{mmol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}}$, soit $6{,}1 \times 10^{-4}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1} \cdot min^{-1}}$.

3.

Exprimer cette vitesse en $\mathrm{mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}$.

INDICE

Outil : une minute vaut $60\,\mathrm{s}$: divise la valeur par minute par 60.

CORRIGÉ

Conversion.

$$v \approx \frac{6{,}1 \times 10^{-4}}{60}$$
$$v \approx 1{,}0 \times 10^{-5}$$

L'unité est le $\mathrm{mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}$.

Conclusion. La vitesse volumique à t_1 vaut environ $1{,}0 \times 10^{-5}\,\mathrm{mol \cdot L^{-1} \cdot s^{-1}}$.

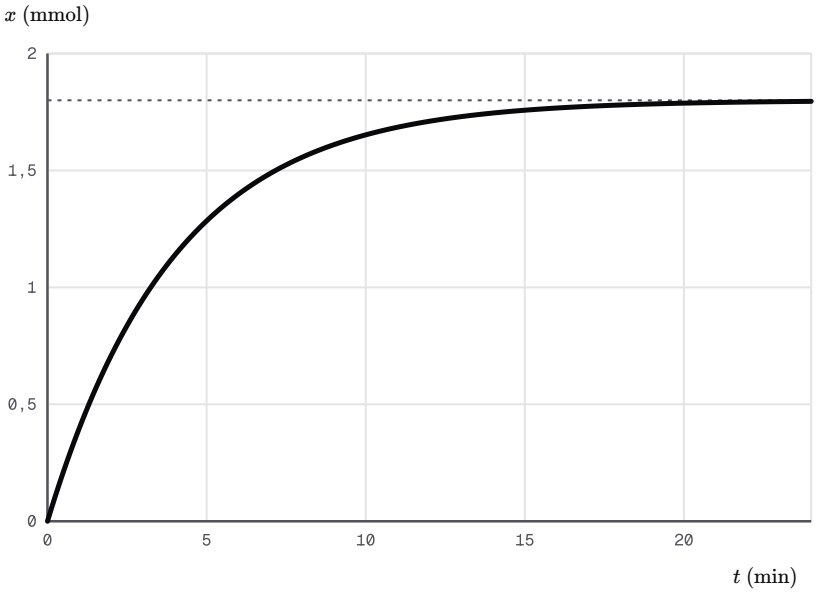
Exercice 6

Temps de demi-réaction lu sur une courbe d'avancement

On fait réagir $0{,}180\,\mathrm{g}$ de carbonate de calcium avec un excès d'acide chlorhydrique. On rappelle l'équation de la réaction, totale :

$$\mathrm{CaCO_{3(s)} + 2\,H_3O^+_{(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + CO_{2(g)} + 3\,H_2O_{(l)}}$$

Un suivi de la pression permet de tracer l'avancement x au cours du temps (figure). Donnée : $M(\mathrm{CaCO_3}) = 100{,}1\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$.



Avancement de la réaction du carbonate de calcium (courbe modélisant les mesures)

1.

Calculer l'avancement maximal et vérifier qu'il correspond au palier de la courbe.

INDICE

Outil : $n = \dfrac{m}{M}$, puis le tableau d'avancement ; l'acide est en excès.

CORRIGÉ

Quantité initiale. $n_0 = \dfrac{0{,}180}{100{,}1} = 1{,}80 \times 10^{-3}\,\text{mol}$.

Tableau d'avancement (en mmol, acide en excès) :

État	CaCO_3	CO_2
initial	$1{,}80$	0
à x	$1{,}80 - x$	x
final	0	$x_{\max}$

Avancement maximal. Le carbonate est limitant : $x_{\max} = 1{,}80\,\text{mmol}$.

Conclusion. Le palier de la courbe se situe à $1{,}8\,\text{mmol}$: $x_f = x_{\max}$, la transformation est bien totale.

2.

Déterminer graphiquement le temps de demi-réaction.

INDICE

Outil : la définition, $x(t_{1/2}) = \dfrac{x_f}{2}$; place ce point sur la courbe.

CORRIGÉ

Ordonnée visée. $\dfrac{x_f}{2} = \dfrac{1{,}80}{2} = 0{,}90\,\text{mmol}$.

Lecture. La courbe atteint $0{,}90\,\text{mmol}$ pour une abscisse proche de $2{,}8\,\text{min}$.

Conclusion. Par lecture à l'ordonnée $\dfrac{x_f}{2}$, $t_{1/2} \approx 2{,}8\,\text{min}$.

3.

Un élève pense que la transformation est terminée au bout de $2\,t_{1/2}$. Lire l'avancement à cet instant et conclure.

INDICE

Outil : lis l'ordonnée de la courbe à l'abscisse $2\,t_{1/2}$.

CORRIGÉ

Lecture. À $2\,t_{1/2} \approx 5{,}6\,\text{min}$, la courbe donne $x \approx 1{,}35\,\text{mmol}$.

Comparaison. C'est environ les trois quarts de x_f : la vitesse a diminué, la seconde moitié de l'avancement demande plus de temps que la première.

Conclusion. L'élève se trompe : à $2\,t_{1/2}$, il reste environ $0{,}45\,\text{mmol}$ de carbonate à consommer.

Exercice 7

Deux températures pour un même mélange : chocs efficaces

On prépare deux mélanges identiques d'eau oxygénée, d'iodure de potassium et d'acide sulfurique, de même volume et de mêmes concentrations initiales. Le premier est placé dans un bain thermostaté à $15\,^{\circ}\mathrm{C}$, le second à $35\,^{\circ}\mathrm{C}$.

Un suivi par titrage donne $t_{1/2} = 18\,\mathrm{min}$ pour le premier mélange et $t_{1/2} = 4{,}5\,\mathrm{min}$ pour le second.

1.

Quel mélange évolue le plus vite ? Justifier.

INDICE

Outil : pour un même avancement final, compare les durées pour en atteindre la moitié.

CORRIGÉ

Comparaison. Les deux mélanges ont le même avancement final. Le second en atteint la moitié en $4{,}5\,\mathrm{min}$, le premier en $18\,\mathrm{min}$.

Conclusion. Le mélange à $35\,^{\circ}\mathrm{C}$ évolue le plus vite : son temps de demi-réaction est le plus court.

2.

Interpréter ce résultat à l'échelle microscopique.

INDICE

Outil : l'interprétation par les chocs efficaces ; relie la température à l'agitation des entités.

CORRIGÉ

Agitation thermique. À $35\,^{\circ}\mathrm{C}$, les entités réactives se déplacent plus vite : leurs rencontres sont plus nombreuses chaque seconde.

Énergie des chocs. Une plus grande part de ces rencontres apporte assez d'énergie pour rompre et former des liaisons.

Conclusion. Dans un même volume, les chocs efficaces deviennent plus nombreux chaque seconde quand la température s'élève : la vitesse volumique augmente.

3.

Pourquoi les deux mélanges doivent-ils avoir les mêmes concentrations initiales ?

INDICE

Outil : combien de facteurs cinétiques peut-on changer à la fois pour conclure ?

CORRIGÉ

Un seul facteur. La concentration des réactifs est, elle aussi, un facteur cinétique. Si elle changeait en même temps que la température, on ne saurait pas à quel facteur attribuer l'écart.

Conclusion. Les concentrations initiales identiques garantissent que seule la température explique la différence de rapidité.

Exercice 8

Vitesse volumique tirée de la concentration des ions permanganate

Les ions permanganate, violets, oxydent l'acide oxalique en milieu acide, à volume constant :

$$\begin{aligned} &2\,\mathrm{MnO_4^-} + 5\,\mathrm{H_2C_2O_4} \\ &\quad + 6\,\mathrm{H_3O^+} \\ &\longrightarrow 2\,\mathrm{Mn^{2+}} + 10\,\mathrm{CO_2} \\ &\quad + 14\,\mathrm{H_2O} \end{aligned}$$

On a tracé la concentration $[\mathrm{MnO_4^-}]$ au cours du temps. La tangente à cette courbe à l'instant $t_1 = 3{,}0\,\mathrm{min}$ passe par les points $(0\,;\,7{,}2\,\mathrm{mmol\cdot L^{-1}})$ et $(6{,}0\,\mathrm{min}\,;\,0)$.

1.

Calculer la pente de cette tangente et expliquer son signe.

INDICE

Outil : $\dfrac{\Delta[\mathrm{MnO_4^-}]}{\Delta t}$ entre les deux points donnés.

CORRIGÉ

Pente.

$$\begin{aligned} \text{pente} &= \frac{0 - 7{,}2}{6{,}0 - 0} \\ \text{pente} &= -1{,}2 \end{aligned}$$

Elle s'exprime en $\mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$.

Signe. Les ions permanganate sont un réactif : leur concentration diminue.

Conclusion. La pente vaut $-1{,}2\,\mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$; elle est négative car un réactif disparaît.

2.

En déduire la vitesse volumique de réaction à t_1, en $\mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$ puis en $\mathrm{mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}}$.

INDICE

Outil : la relation entre la vitesse volumique et la concentration d'un réactif, $v = -\dfrac{1}{a}\,\dfrac{\mathrm{d}[\mathrm{A}]}{\mathrm{d}t}$, avec $a = 2$.

CORRIGÉ

Relation. Le nombre stœchiométrique des ions permanganate vaut 2 :

$$\begin{aligned} v &= -\frac{1}{2} \times (-1{,}2) \\ v &= 0{,}60 \end{aligned}$$

L'unité reste le $\mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$.

Conversion. $0{,}60\,\mathrm{mmol} = 6{,}0\times10^{-4}\,\mathrm{mol}$ et $1\,\mathrm{min} = 60\,\mathrm{s}$: $v = \dfrac{6{,}0\times10^{-4}}{60} = 1{,}0\times10^{-5}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}}$.

Conclusion. À t_1, $v \approx 0{,}60\,\mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$, soit environ $1{,}0\times10^{-5}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}}$.

3.

À quelle vitesse la concentration de l'acide oxalique diminue-t-elle à t_1 ?

INDICE

Outil : la même relation, écrite pour l'acide oxalique, de nombre stœchiométrique 5.

CORRIGÉ

Relation. $v = -\dfrac{1}{5}\,\dfrac{\mathrm{d}[\mathrm{H_2C_2O_4}]}{\mathrm{d}t}$, donc $\dfrac{\mathrm{d}[\mathrm{H_2C_2O_4}]}{\mathrm{d}t} = -5\,v$.

Application numérique. $-5 \times 0{,}60 = -3{,}0\ \mathrm{mmol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}}$.

Conclusion. À t_1, la concentration de l'acide oxalique diminue d'environ $3{,}0\ \mathrm{mmol\cdot L^{-1}}$ par minute, cinq fois plus vite que v.