BURHAN

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

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé 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, $n = c\,V$ pour la solution, avec V en litres.

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.

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 $x = x_1$.

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.

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.

3.

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

INDICE

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

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.

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.

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.

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 :

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

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 $T = \theta + 273$.

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 $b = 1$.

3.

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

INDICE

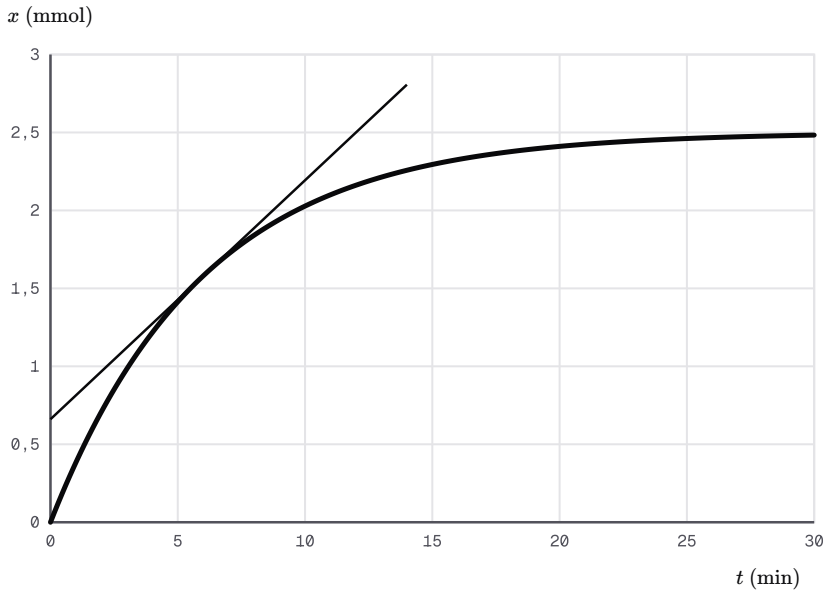
Outil : le tableau d'avancement donne la quantité consommée ; puis $m = n\,M$.

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.

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.

3.

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

INDICE

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

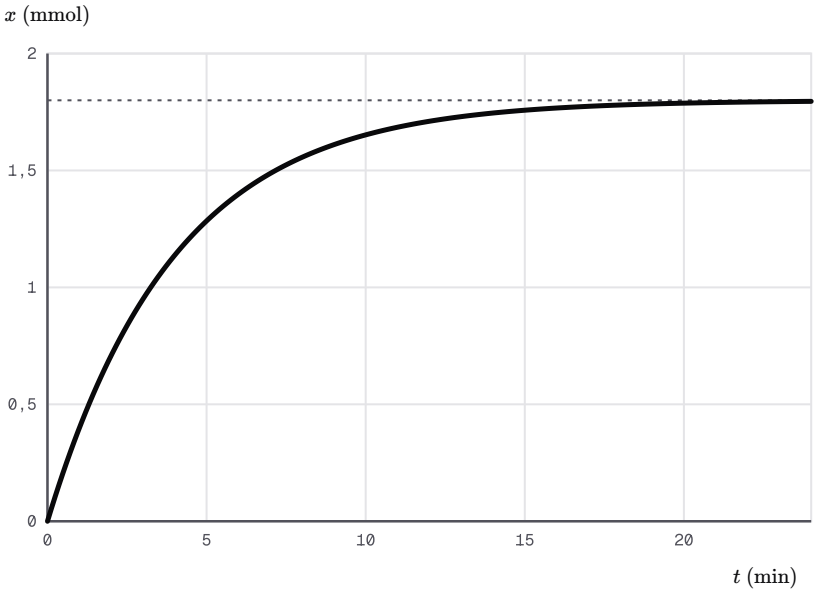
Exercice 6

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.

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.

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 $2\,t_{1/2}$.

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.

2.

Interpréter ce résultat à l'échelle microscopique.

INDICE

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

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 ?

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.

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, $v = -\dfrac{1}{a}\,\dfrac{\mathrm{d[A]}}{\mathrm{d}t}$, avec $a = 2$.

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.