BURHAN

Transformations lentes et transformations rapides : exercices, entraînement

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/transformations-lentes-et-rapides/exercices/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Transformations lentes et transformations rapides	Entraînement	7

Exercice 1

Alcootest chimique : ions dichromate et éthanol

Un alcootest chimique contient des cristaux orange de dichromate de potassium, en milieu acide. L'air expiré traverse le tube : l'éthanol $\mathrm{CH_3CH_2OH}$ qu'il contient est oxydé en acide éthanoïque $\mathrm{CH_3COOH}$, et les cristaux virent au vert en quelques dizaines de secondes.

Document : couleurs des espèces.

Espèce	Couleur
$\mathrm{Cr_2O_7^{2-}}$	orange
$\mathrm{Cr^{3+}}$	vert
$\mathrm{CH_3CH_2OH}$ et $\mathrm{CH_3COOH}$	incolores

Donnée : demi-équation du couple $\mathrm{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}}$:

$$\mathrm{Cr_2O_7^{2-} + 14\,H^+ + 6\,e^- \rightleftharpoons 2\,Cr^{3+} + 7\,H_2O}$$

1.

Écrire la demi-équation électronique du couple $\mathrm{CH_3COOH/CH_3CH_2OH}$ en milieu acide.

INDICE

Début : compte d'abord les atomes de carbone de chaque côté.

2.

Écrire l'équation de la réaction entre les ions dichromate et l'éthanol.

INDICE

Outil : égalise les électrons cédés et captés, additionne, puis simplifie $\mathrm{H^+}$ et $\mathrm{H_2O}$.

3.

Préciser l'espèce oxydée et l'espèce réduite, puis expliquer le virage de l'orange au vert.

INDICE

Outil : le document des couleurs, et le rôle de chaque réactif dans le transfert d'électrons.

4.

Le virage s'étale sur quelques dizaines de secondes. Classer cette transformation, en précisant le moyen d'observation.

INDICE

Outil : la définition d'une transformation lente.

Exercice 2

Aluminium et acide chlorhydrique : volume de gaz attendu

Un élève attaque une feuille d'aluminium par de l'acide chlorhydrique. Du dihydrogène se dégage et des ions aluminium $\mathrm{Al^{3+}}$ passent en solution. Couples : $\mathrm{Al^{3+}/Al}$ et $\mathrm{H^{+}/H_2}$.

Document : données de l'expérience.

Grandeur	Valeur
masse d'aluminium	$m = 0{,}135\,\mathrm{g}$
volume d'acide	$V = 40{,}0\,\mathrm{mL}$
concentration en ions $\mathrm{H^{+}}$	$C = 0{,}500\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$
masse molaire de l'aluminium	$M = 27{,}0\,\mathrm{g\cdot mol^{-1}}$
volume molaire du gaz	$V_m = 24{,}0\,\mathrm{L\cdot mol^{-1}}$

1.

Écrire les demi-équations des deux couples, puis l'équation de la réaction.

INDICE

Outil : égalise les électrons cédés par l'aluminium et ceux captés par les ions $\mathrm{H^{+}}$.

2.

Calculer les quantités de matière initiales d'aluminium et d'ions $\mathrm{H^{+}}$.

INDICE

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

3.

Construire le tableau d'avancement ; en tirer le réactif limitant et la valeur de $x_{\max}$.

INDICE

Outil : cherche la valeur de x qui annule chaque réactif ; la plus petite est l'avancement maximal.

4.

Calculer le volume de dihydrogène attendu à la fin de la transformation.

INDICE

Outil : la colonne du dihydrogène dans l'état final, puis $V = n\,V_m$.

5.

On refait l'expérience avec les mêmes quantités, mais avec de l'acide chauffé à $50\,^{\circ}\mathrm{C}$: le dégagement s'achève plus tôt. Le volume final de dihydrogène, mesuré dans les mêmes conditions, change-t-il ?

INDICE

Outil : les grandeurs qui fixent l'état final : quantités initiales et réactif limitant.

Exercice 3

Décoloration du permanganate et concentration en acide oxalique

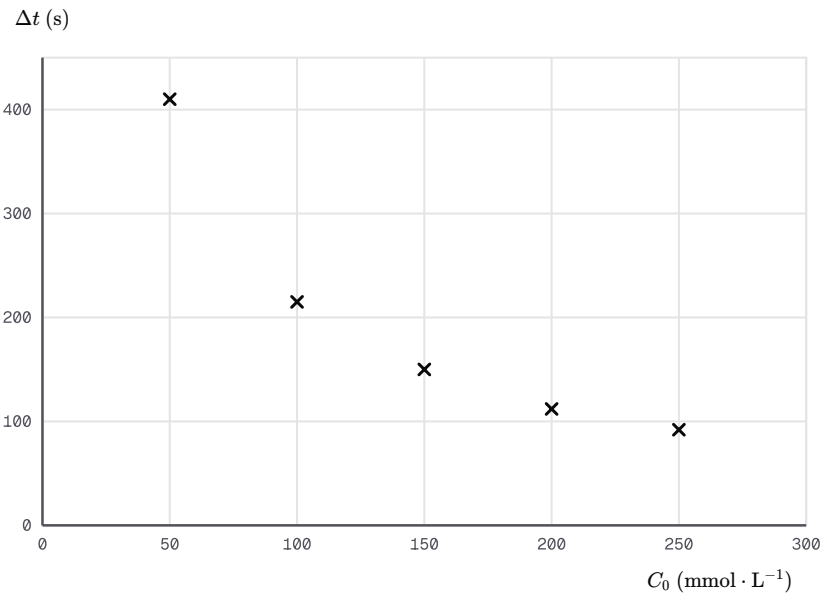
On étudie, à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$, la réaction lente des ions permanganate, violets, avec l'acide oxalique $\mathrm{H_2C_2O_4}$, incolore, en milieu acide :

$$\begin{aligned} &2\,\mathrm{MnO^-_{4(aq)}} \\ &+ 5\,\mathrm{H_2C_2O_{4(aq)}} \\ &+ 6\,\mathrm{H^+_{(aq)}} \\ &\longrightarrow 2\,\mathrm{Mn^{2+}_{(aq)}} \\ &+ 10\,\mathrm{CO_{2(g)}} \\ &+ 8\,\mathrm{H_2O_{(\ell)}} \end{aligned}$$

Cinq mélanges ont le même volume, la même concentration initiale en ions permanganate et la même acidité ; seule la concentration initiale C_0 en acide oxalique change. Les ions permanganate sont le réactif limitant. On mesure la durée Δt de disparition de la teinte violette.

Document : durées mesurées.

C_0 $(\mathrm{mmol\cdot L^{-1}})$	Δt (s)
50	410
100	215
150	150
200	112
250	92



× Points de mesure

Durée de décoloration selon la concentration en acide oxalique

1.

Montrer que ces cinq mélanges permettent d'étudier un seul facteur cinétique. Lequel ?

INDICE

Outil : liste ce qui change et ce qui reste identique d'un mélange à l'autre.

2.

Décrire l'évolution de Δt quand C_0 augmente, puis conclure.

INDICE

Outil : une durée plus courte pour le même repère signale une évolution plus rapide.

3.

Encadrer la durée de décoloration d'un mélange où $C_0 = 125\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$.

INDICE

Outil : les deux mesures dont les concentrations entourent cette valeur.

4.

Un sixième essai, avec $C_0 = 300\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ mais réalisé à $40\,^{\circ}\text{C}$, dure $28\,\text{s}$. Peut-on l'ajouter à la série pour confirmer la conclusion ?

INDICE

Outil : combien de paramètres diffèrent de ceux de la série ?

Exercice 4

Dosage d'une solution de diiode par les ions thiosulfate

Pour connaître la concentration C_1 d'une solution de diiode, brune, on en dose $V_1 = 10{,}0\,\text{mL}$ par une solution incolore de thiosulfate de sodium, de concentration $C_2 = 2{,}00 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Couples : I_2/I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$. Toutes les espèces sont incolores, sauf le diiode.

Document : observations au cours du dosage.

Volume versé	Observation
jusqu'à $12{,}0\,\text{mL}$	la teinte pâlit ; chaque goutte se décolore aussitôt
$V_E = 12{,}4\,\text{mL}$	la dernière trace jaune disparaît
au-delà	la solution reste incolore

1.

Écrire les deux demi-équations, puis l'équation de la réaction de dosage.

INDICE

Outil : compte les électrons échangés dans chaque demi-équation.

2.

D'après le document, cette réaction est-elle rapide ou lente ? Pourquoi une réaction de dosage doit-elle avoir ce caractère ?

INDICE

Outil : la définition d'une transformation rapide, et le repérage de l'équivalence goutte à goutte.

3.

Dresser le tableau d'avancement à l'équivalence, puis en déduire la quantité de diiode dosée.

INDICE

Outil : à l'équivalence, les deux réactifs sont épuisés en même temps.

4.

Calculer la concentration C_1 de la solution de diiode.

INDICE

Outil : $C = \dfrac{n}{V}$, avec le volume dosé en litres.

Exercice 5

La décoloration du bleu de méthylène est-elle plus rapide à chaud ?

En milieu basique, le glucose réduit lentement le bleu de méthylène, bleu, en une forme incolore : un mélange des deux solutions se décolore en quelques minutes. Un groupe d'élèves veut savoir si cette décoloration est plus rapide à chaud.

Document : matériel disponible.

Matériel	Quantité
tubes à essais identiques et portoir	8
solution basique de glucose	$100\,\mathrm{mL}$
solution de bleu de méthylène	$100\,\mathrm{mL}$
bains thermostatés réglables	3
pipettes jaugées de $5\,\mathrm{mL}$	2
chronomètre et thermomètre	1 de chaque
tube témoin, d'un bleu pâle	1

1.

Quel paramètre faut-il faire varier ? Lesquels faut-il garder identiques ?

INDICE

Outil : la question posée par les élèves désigne le facteur étudié.

2.

Proposer un protocole, avec le matériel du document, pour comparer trois températures.

INDICE

Outil : ce qui doit être identique d'un essai à l'autre au moment précis du mélange.

3.

Pourquoi utiliser un tube témoin plutôt que guetter « la fin du bleu » à l'œil ?

INDICE

Outil : une comparaison de durées exige un même repère d'observation.

4.

Les élèves obtiennent les durées ci-dessous. Conclure.

θ (°C)	Δt (s)
20	240
30	115
40	55

INDICE

Outil : la plus courte durée correspond à l'évolution la plus rapide.

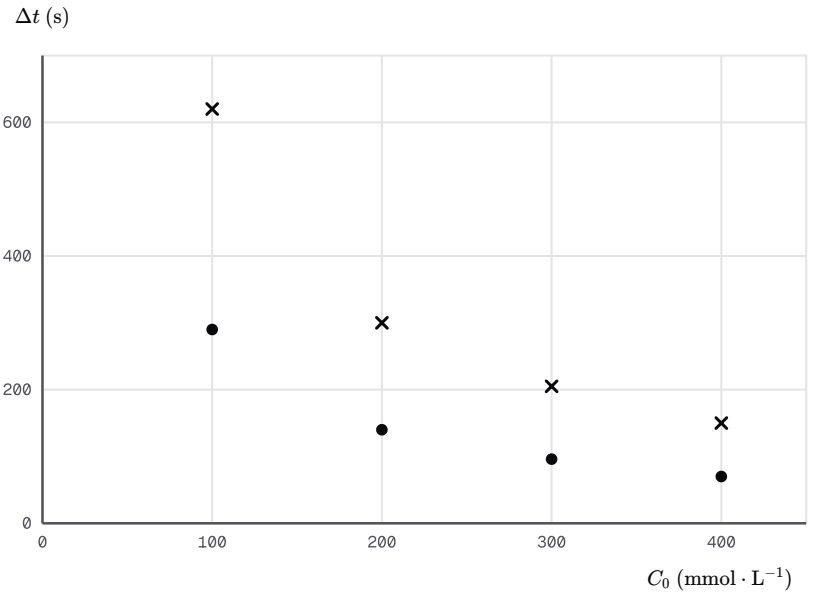
Exercice 6

Zinc en poudre et acide : deux séries de durées

On fait réagir $0{,}050\,\mathrm{g}$ de zinc en poudre avec $25\,\mathrm{mL}$ d'acide chlorhydrique de concentration initiale C_0 en ions $\mathrm{H^+}$. Le zinc est le réactif limitant dans chaque essai. On mesure la durée Δt jusqu'à la fin du dégagement de dihydrogène, une série dans un bain thermostaté à $20\,^\circ\mathrm{C}$, une autre à $30\,^\circ\mathrm{C}$.

Document : durées mesurées, en secondes.

$C_0\ (\mathrm{mmol\cdot L^{-1}})$	$20\,^\circ\mathrm{C}$	$30\,^\circ\mathrm{C}$
100	620	290
200	300	140
300	205	96
400	150	70



Durée de réaction du zinc selon la concentration, à deux températures

1.

Quel facteur cinétique la série à $20\,^\circ\mathrm{C}$ permet-elle d'étudier ? Conclure sur son influence.

INDICE

Outil : dans une même série, repère la seule grandeur qui change.

2.

Comparer les deux séries pour une même valeur de C_0. Quel facteur est alors étudié ? Conclure.

INDICE

Outil : lis une même ligne du tableau.

3.

Un élève compare l'essai à $100\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $20\,^\circ\text{C}$ à l'essai à $400\,\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $30\,^\circ\text{C}$. Que peut-il en conclure ? Que ne peut-il pas en conclure ?

INDICE

Point délicat : combien de paramètres changent entre ces deux essais ?

4.

Le volume de dihydrogène dégagé à la fin est-il le même dans les huit essais ? Justifier.

INDICE

Outil : l'évolution s'arrête quand le réactif limitant est épuisé.

Exercice 7

Conserver un jus d'orange : vitamine C et dioxygène

Un jus d'orange frais contient de l'acide ascorbique, ou vitamine C, noté $\mathrm{C_6H_8O_6}$. Le dioxygène dissous l'oxyde lentement en $\mathrm{C_6H_6O_6}$. Couples : $\mathrm{C_6H_6O_6/C_6H_8O_6}$ et $\mathrm{O_2/H_2O}$.

Document : teneur en vitamine C d'un même jus, en mg pour $100\ \mathrm{mL}$, dans deux bouteilles fermées identiques.

Conservation	Au départ	Après 4 jours
au froid, $4\ ^\circ\mathrm{C}$	52	47
à $25\ ^\circ\mathrm{C}$	52	31

1.

Écrire les deux demi-équations en milieu acide, puis l'équation de l'oxydation de la vitamine C par le dioxygène.

INDICE

Outil : équilibre l'oxygène par l'eau et l'hydrogène par $\mathrm{H^+}$, puis égalise les électrons.

2.

Cette transformation est-elle rapide, lente ou très lente ? Justifier à l'aide du document, en précisant le moyen d'observation.

INDICE

Outil : la définition d'une transformation lente et d'une transformation très lente ; le moyen qui a permis de suivre la teneur.

3.

Quel facteur cinétique le document met-il en évidence ? Conclure.

INDICE

Outil : vérifie ce qui est identique entre les deux bouteilles et ce qui diffère.

4.

Un élève affirme : « au froid, la vitamine C du jus est protégée pour toujours ». Critiquer cette phrase.

INDICE

Point délicat : distingue la durée de l'évolution et son état final.