

TP : Détermination de l'ordre d'une réaction

Nom et prénom : _____

Nom et prénom : _____

1 Étude théorique

1.1 Réaction étudiée

La réaction d'oxydation des ions iodures par l'eau oxygénée en milieu acide est une réaction lente, mais thermodynamiquement possible. Les couples redox mis en jeu sont les suivants : $\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}$ et $\text{I}_3^- / \text{I}^-$. Écrire les demi-équations redox considérées et la réaction bilan correspondante (notée (1)).

1.2 Cinétique de la réaction par rapport à l'eau oxygénée

Si cette réaction admet expérimentalement un ordre, par exemple par rapport aux espèces du premier membre, la vitesse de la réaction pourra s'exprimer de la manière suivante :

$$r = -\frac{d[\text{H}_2\text{O}_2]}{dt} = k \cdot [\text{H}_2\text{O}_2]^\alpha \cdot [\text{I}^-]^\beta \cdot [\text{H}^+]^\gamma$$

et, si on travaille en milieu fortement acide et en présence d'un excès d'ions iodures (qui facilitent de plus la formation de triiodure et évitent la précipitation de diiode), les deux derniers termes seront approximativement constants dans le temps et la vitesse pourra s'exprimer globalement uniquement en fonction de $[\text{H}_2\text{O}_2]$. L'ordre expérimental, s'il existe, sera donc l'ordre partiel α par rapport à l'eau oxygénée (l'ordre global est dégénéré à la valeur α). Exprimer la constante de vitesse apparente k_{app} .

1.3 Suivi cinétique de la réaction

La réaction (1), est suivie de manière chimique en dosant les ions triiodures I_3^- formés au cours du temps, grâce à la réaction (2) de vitesse très grande par rapport à (1). Les couples considérés sont les suivants : I_3^- / I^- et $S_4O_6^{2-} / S_2O_3^{2-}$. Écrire la réaction redox (2), après avoir donné les deux demi-équations.

2 Étude expérimentale

2.1 Connaissance de la quantité initiale d'eau oxygénée mise en jeu

Pour doser l'eau oxygénée, on va rendre la réaction (1) totale. Deux méthodes sont possibles. On peut utiliser un catalyseur ou laisser la réaction se poursuivre pendant un temps très long. Le catalyseur est le molybdate d'ammonium et on dose les ions triiodures formés par du thiosulfate de concentration $C'_T = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$. Ce thiosulfate est obtenu en diluant 10 fois la solution concentrée de thiosulfate de concentration $C_T = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Donner le matériel utilisé pour réaliser la dilution.

Le dosage est réalisé, en introduisant dans un erlenmeyer sous agitation magnétique :

1,0 mL de la solution d'eau oxygénée H_2O_2

35 mL d'eau distillée

10 mL d'une solution d'acide sulfurique H_2SO_4 à 1 mol.L^{-1}

10 mL d'iodure de potassium KI à 6% en masse

10 mL de solution de molybdate d'ammonium à 1% en masse.

Les ions triiodures ainsi libérés sont dosés par la solution de thiosulfate diluée, en présence de 10 gouttes d'une solution d'empois d'amidon fraîche (passage du bleu à l'incolore). Attendre une dizaine de minutes pour être sûr de la fin de la réaction.

Attention : l'empois d'amidon ne doit pas être introduit à l'avance, mais au cours du dosage, au moment où la solution commence à se décolorer.

Schéma du dosage :	Exploitation $V_e =$ Quantité initiale d'eau oxygénée Equivalence de la réaction (1) : Equivalence de la réaction (2) : Expression littérale : Application numérique :
--------------------	--

2.2 Étude cinétique de l'oxydation des ions iodure par l'eau oxygénée

Dans un erlenmeyer, introduire :

125 mL d'eau distillée

10 mL d'iodure de potassium KI à 6% en masse

30 mL de solution d'acide sulfurique à 1 mol.L⁻¹

10 gouttes d'empois d'amidon frais.

Ajouter par la burette 1,0 mL de la solution concentrée de thiosulfate à la concentration $C_T = 1,0 \text{ mol.L}^{-1}$. Placer l'ensemble sous agitation magnétique.

Attention, ceci est la partie la plus délicate.

Au temps $t=0$ (déclenchement du chronomètre), introduire le plus rapidement possible 10,0 mL de la solution d'eau oxygénée H₂O₂.

On note l'instant où la coloration a lieu (t_1) sans arrêter le chronomètre et on ajoute aussitôt 1,0 mL de thiosulfate par la burette. Le milieu se décolore, il y aura recoloration pour l'instant t_2 . On ajoute alors de nouveau 1,0 mL de thiosulfate...

Dresser le tableau $t_i=f(v_i)$, avec v_i = volume de thiosulfate versé.

t_i (s)										
v_i (mL)										

Quelle est la quantité initiale n_{ini} d'eau oxygénée mise en jeu dans l'étude cinétique ?

Déterminer la quantité de matière d'eau oxygénée **restant** au temps t_i en fonction de v_i , volume de thiosulfate à la concentration C_T mis en jeu.

Quel est le volume total V_{tot} de la solution ?

En déduire la concentration initiale en eau oxygénée et sa concentration à un instant t_i .

3 Exploitation

3.1 Méthode différentielle

À l'aide du logiciel de traitement de données, proposer un ordre supposé entier pour la réaction.

On joindra la courbe finale au compte-rendu.

3.2 Méthode intégrale

Valider à l'aide du logiciel de simulation l'ordre précédemment calculé et en déduire la valeur de la constante apparente de réaction. On joindra la courbe au compte-rendu.

Consignes

Les solutions colorées en marron vont dans la poubelle à iode.

Les solutions incolores vont à l'évier.

Rincer la verrerie à l'eau du robinet et la replacer dans la caisse. Ranger la caisse sur le chariot support à caisses.

Éteindre l'ordinateur. Ranger la pailleuse.

Barème

Partie 1

Compétence validée : S'approprier

Equations redox (1)	Constante apparente	Equation redox (2)	Total
/1,5	/1	/1,5	/4

Partie 2

Compétence validée : Réaliser

Matériel		Résultats		Valeurs numériques					
Dilution	Dosage	Dosage	Cinétique	$n(\text{H}_2\text{O}_2)$	n_{ini}	$n(\text{H}_2\text{O}_2)(t)$	V_{tot}	$[\text{H}_2\text{O}_2]_{ini}$	$[\text{H}_2\text{O}_2](t)$
/1	/1	/1	/2	/3	/1	/3	/1	/1	/2
/16									

Partie 3

Compétence validée : Valider

Courbes		Résultats		
Différentielle	Intégrale	Ordre	Constante	Total
/3	/2	/1	/3	/9

Total : /29

Présentation des réactifs et produits

Espèce	FDS
Eau oxygénée	<div style="text-align: center;"></div> <p>Mention d'avertissement Danger</p> <p>Mentions de danger H272 - Peut aggraver un incendie ; comburant H302 - Nocif en cas d'ingestion H332 - Nocif par inhalation H315 - Provoque une irritation cutanée H318 - Provoque de graves lésions des yeux H335 - Peut irriter les voies respiratoires</p> <p>Conseils de prudence P210 - Tenir à l'écart de la chaleur/des étincelles/des flammes nues/des surfaces chaudes. - Ne pas fumer P310 - Appeler immédiatement un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin P301 + P330 + P331 - EN CAS D'INGESTION : Rincer la bouche. NE PAS faire vomir P303 + P361 + P353 - EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux) : enlever immédiatement les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/ se doucher P305 + P351 + P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer P280 - Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage</p>

Acide sulfurique	 <p>Mention d'avertissement Danger</p> <p>Mentions de danger H290 - Peut être corrosif pour les métaux H314 - Provoque des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux</p> <p>Conseils de prudence P234 - Conserver uniquement dans le récipient d'origine P260 - Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols P280 - Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage P301 + P330 + P331 - EN CAS D'INGESTION: rincer la bouche. NE PAS faire vomir P303 + P361 + P353 - EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU (ou les cheveux): enlever immédiatement les vêtements contaminés. Rincer la peau à l'eau/ se doucher P305 + P351 + P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer</p>
Iodure de potassium	 <p>Mention d'avertissement Danger</p> <p>Mentions de danger H372 - Risque avéré d'effets graves pour les organes à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée</p> <p>Conseils de prudence P260 - Ne pas respirer les poussières/fumées/gaz/brouillards/vapeurs/aérosols P314 - Consulter un médecin en cas de malaise</p>
Molybdate	 <p>Mention d'avertissement Attention</p> <p>Mentions de danger H302 - Nocif en cas d'ingestion H315 - Provoque une irritation cutanée H319 - Provoque une sévère irritation des yeux H335 - Peut irriter les voies respiratoires</p> <p>Conseils de prudence P261 - Éviter de respirer les poussières/ fumées/ gaz/ brouillards/ vapeurs/ aérosols P280 - Porter des gants de protection/ des vêtements de protection/ un équipement de protection des yeux/ du visage P301 + P312 - EN CAS D'INGESTION: appeler un CENTRE ANTIPOISON ou un médecin en cas de malaise P302 + P352 - EN CAS DE CONTACT AVEC LA PEAU: laver abondamment à l'eau et au savon P305 + P351 + P338 - EN CAS DE CONTACT AVEC LES YEUX : Rincer avec précaution à l'eau pendant plusieurs minutes. Enlever les lentilles de contact si la victime en porte et si elles peuvent être facilement enlevées. Continuer à rincer</p>