

## Séquence 4

## Cinétique chimique

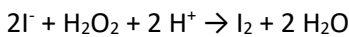
## Exercices

## Exercice 1

**(1)** Un médicament est administré à un patient. La courbe (*voir annexe*) indique la concentration  $C$  du médicament dans le sang au cours du temps

- Estimer graphiquement la valeur de la vitesse d'élimination (de disparition) du médicament, à la date  $t = 2,0$  h

**(2)** On trace (*voir annexe*) l'évolution temporelle de la concentration en diiode  $I_2$ ,  $[I_2] = f(t)$ , lors de la réaction entre les ions iodure  $I^-$  et le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$ . L'équation s'écrit :



- Montrer que la réaction est une réaction d'oxydoréduction en écrivant les 2 demi-équations électroniques et les couples oxydant/réducteur qui interviennent

- Déterminer graphiquement les vitesses volumiques d'apparition du diiode à  $t_0 = 0$  min et  $t_1 = 10$  min

## Exercice 2

Les propriétés désinfectantes de l'eau de Javel sont dues aux ions hypochlorite  $ClO^-$ .

La concentration d'une eau de Javel est définie par le degré chlorométrique ( $^{\circ}Cl$ ) : *plus le degré chlorométrique est élevé, plus la concentration en ions hypochlorite est importante.*

Au cours du temps, la quantité d'ions hypochlorite diminue

Le graphique (*voir annexe*) représente l'évolution du degré chlorométrique en fonction du temps

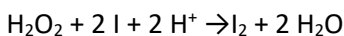
**1)** Pour chacune des courbes, déterminer graphiquement les vitesses de perte du degré chlorométrique à  $t = 4$  semaines puis à  $t = 12$  semaines

**2)** Quel facteur cinétique est mis ici en évidence ?

**3)** Sur l'étiquette d'un flacon d'eau de Javel, on peut lire les recommandations suivantes : « *A conserver au frais et à l'abri de la lumière* ». Justifier ces recommandations.

## Exercice 3

En milieu acide le peroxyde d'hydrogène  $H_2O_2$  réagit avec les ions iodure selon la réaction



On trace (*voir annexe*):

- l'évolution de la concentration  $c$  en diiode de la solution en fonction du temps

- la tangente à cette courbe au point d'abscisse 0

**1)** Déterminer graphiquement la vitesse d'apparition du diiode à l'instant  $t = 0$  min

**2)** Pour  $t \in [0 ; 7]$ , on modélise la concentration  $c$  par la fonction :  $c(t) = \frac{1}{50}(-t^3 + 10t^2 + 10t)$

- Exprimer  $c'(t)$ , puis valider la réponse donnée à la question précédente

### Exercice 4

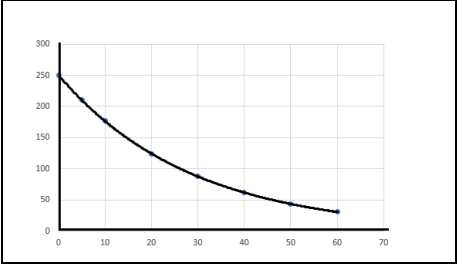
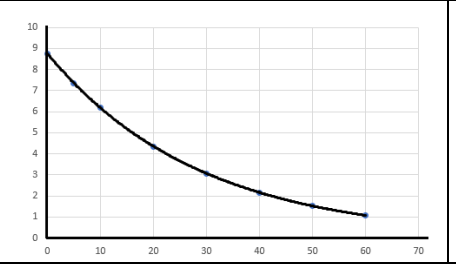
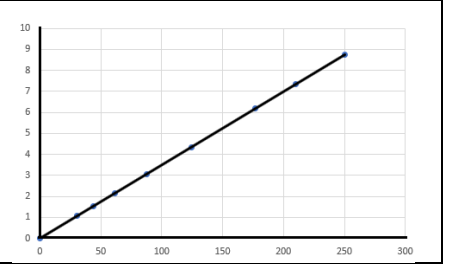
En solution dans le tétrachlorométhane, le pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  se décompose lentement en dioxygène  $O_2$  et en dioxyde d'azote  $NO_2$ , selon l'équation :  $2 N_2O_5 \rightarrow 4 NO_2 + O_2$

- On suit l'évolution temporelle de la concentration en  $N_2O_5$  de la solution

t (min)	0	5	10	20	30	40	50	60
$[N_2O_5]$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	250	210	176	125	89	62	43	31

- A l'aide d'un tableur on trace 3 courbes et on détermine leur équation

t (min) ;  $[N_2O_5]$  (mmol.L<sup>-1</sup>) ; V (mmol.L<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)

Courbe 1 : $[N_2O_5] = f(t)$	Courbe 2 : $V = f(t)$	Courbe 3 : $V = f([N_2O_5])$
		
$[N_2O_5] = 250,5 \times e^{-0,035t}$	$V = 8,77 \times e^{-0,035t}$	$V = 0,035 \times [N_2O_5]$

### 1) Equation différentielle

Remarque : On rappelle qu'une équation différentielle est une relation entre une variable et sa dérivée.

- 1.1. Donner la relation qui permet de définir V la vitesse de disparition de  $N_2O_5$  en fonction de sa concentration  $[N_2O_5]$
- 1.2. A partir de l'équation de la fonction  $[N_2O_5] = f(t)$ , retrouver l'équation de la courbe 2 :  $V = f(t)$
- 1.3. A l'aide de l'équation de la courbe 3 et de la relation donnée dans la question A.1, établir l'équation différentielle entre la concentration  $[N_2O_5]$  et sa dérivée

### 2) Loi de vitesse

- 2.1. Quand dit-on qu'une réaction du type «  $R \rightarrow P_1 + P_2$  » suit une loi de vitesse d'ordre n ?
- 2.2. Quel est l'ordre de la réaction de décomposition de  $N_2O_5$  ? justifier la réponse
- 2.3. Quelle est la valeur de la constante de vitesse ?

### 3) Détermination de la vitesse volumique à une date précise

On désire déterminer les vitesses volumiques (notées  $V_1$  et  $V_2$ ) de disparition du pentaoxyde de diazote  $N_2O_5$  à  $t_1 = 10$  min et à  $t_2 = 40$  min en utilisant 3 méthodes

- 3.1. **1<sup>ère</sup> méthode** : A l'aide de la courbe  $[N_2O_5] = f(t)$ , (**voir annexe**) déterminer les deux vitesses  $V_1$  et  $V_2$
- 3.2. **2<sup>ème</sup> méthode** : A l'aide des valeurs du tableau, déterminer les deux vitesses  $V_1$  et  $V_2$
- 3.3. **3<sup>ème</sup> méthode** : A l'aide de l'équation de la courbe 2, déterminer les deux vitesses  $V_1$  et  $V_2$

### 4) Temps de demi-réaction

- 4.1. Définir le temps de demi-réaction
- 4.2. A l'aide de la courbe déterminer graphiquement le temps de demi-réaction
- 4.3. Calculer le temps de demi-réaction à l'aide de l'équation de la fonction  $[N_2O_5] = f(t)$

Rappel :  $y = e^x \rightarrow \ln y = x$

### Exercice 5

(1) Le tableau suivant donne l'évolution au cours du temps de la concentration d'une solution en ions permanganate  $\text{MnO}_4^-$  lors de leur réaction avec l'acide oxalique en large excès.

t (s)	0	20	40	60	70	80	90	100	130	180
$[\text{MnO}_4^-]$ (mmol/L)	2,00	1,92	1,68	1,40	0,95	0,59	0,35	0,15	0,07	0

- Estimer le temps de demi-réaction après l'avoir défini

(2) A 25°C, on étudie (*voir annexe*) la réaction de l'arsenic (III) avec le peroxyde d'hydrogène en large excès. On trace l'évolution temporelle de la concentration en arsenic de 2 solutions A et B de concentrations initiales différentes en arsenic

- Vérifier que la réaction est d'ordre 1 par rapport à l'arsenic

### Exercice 6

La réaction de décomposition du pentaoxyde de diazote d'équation est :  $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2} \text{O}_2$

On donne ci-dessous la vitesse de disparition de  $\text{N}_2\text{O}_5$  en fonction de sa concentration à 20°C :

$[\text{N}_2\text{O}_5]$ ( $\times 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$ )	2,00	4,00	6,00	8,00	10,0
$v$ ( $\times 10^{-8} \text{ mol.L}^{-1}.\text{s}^{-1}$ )	0,680	1,36	2,04	2,72	3,40

- Vérifier que la réaction est d'ordre 1 par rapport au pentaoxyde de diazote

### Exercice 7

Le saccharose s'hydrolyse dans l'eau en glucose et fructose, selon la réaction :  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$

On suit l'évolution temporelle de la concentration C en saccharose d'une solution

$t_i$ (min)	0	200	400	600	800	1000	2000
$C_i$ (mmol.L <sup>-1</sup> )	200	100	50	25	12,5	6,3	3,1

1) On trace la courbe  $C_i = f(t)$  (*voir annexe*). Déterminer graphiquement les vitesses volumiques  $v_i$  de disparition du saccharose aux instants  $t_i = 0$  ; 300 ; 600 et 900 min

2) On trace  $v_i = f(C_i)$  (*voir annexe*). Conclure sur l'ordre de la réaction par rapport au saccharose

### Exercice 8

$E^\circ (\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}_2) = 0,68 \text{ V}$  ;  $E^\circ (\text{H}_2\text{O}_2 / \text{H}_2\text{O}) = 1,77 \text{ V}$

Les lentilles de contact souples doivent être retirées quotidiennement.

Sur la notice d'un système commercial d'entretien on peut lire :

*Le système commercial X permet de réaliser la décontamination des lentilles et l'élimination de la solution désinfectante selon le processus suivant :*

- la solution de peroxyde d'hydrogène (ou eau oxygénée) décontamine les lentilles en éliminant les germes pathogènes
- un disque catalytique recouvert de platine situé à l'extrémité du porte lentilles permet d'éliminer le peroxyde d'hydrogène en le transformant en eau et en dioxygène.
- Après 6 heures de traitement, les lentilles de contact peuvent être posées directement sur les yeux.

1) Ecrire les demi-équations électroniques des couples mises en jeu dans la décomposition du peroxyde d'hydrogène, puis l'équation de la réaction.

2) Le platine est un catalyseur pour la décomposition du peroxyde d'hydrogène

2.1. Donner la définition d'un catalyseur

2.2. Pourquoi qualifie-t-on d'hétérogène la catalyse par le platine ?

2.3. Pourquoi faut-il quelques heures de traitement avant de poser les lentilles sur les yeux

3) L'étude cinétique de la transformation est menée à température ambiante.

A l'instant  $t = 0$ , le disque de platine est introduit dans un volume  $V_s = 50$  mL de la solution de peroxyde d'hydrogène. On détermine à chaque instant le volume de dioxygène dégagé et on en déduit la concentration molaire en peroxyde d'hydrogène restant. Les résultats sont les suivants :

t (min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
[H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ] (mmol.L <sup>-1</sup> )	91	78	67	58	49	42	36	32	28	25

A l'aide d'un tableur, on trace la courbe  $[H_2O_2] = f(t)$  et on donne l'équation de la courbe ([voir annexe](#))

3.1. Après l'avoir défini, donner l'expression de la vitesse de disparition de l'eau oxygénée

3.2. À l'aide du tableur, on trace la courbe  $V = f([H_2O_2])$  ; Que peut-on dire de l'ordre de la réaction ? donner la valeur de la constante de la réaction et montrer que la concentration est solution de l'équation différentielle

$$\frac{d[H_2O_2]}{dt} + 0,015[H_2O_2] = 0$$

3.3. Définir le temps de demi-réaction puis le déterminer graphiquement et par le calcul.

## Exercice 9

L'eau de Javel est un antiseptique couramment utilisé. Les solutions d'eau de javel contiennent entre autres, des ions hypochlorite  $ClO^-$  responsables des propriétés antiseptiques de l'eau de Javel.

### 1) Réaction de décomposition de l'ion hypochlorite

On donne les valeurs des potentiels rédox suivants :  $E_1(O_2 / H_2O) = 0,54$  V ;  $E_2(ClO^- / Cl^-) = 1,03$  V

1.1. Montrer que l'ion hypochlorite peut réagir avec l'eau

1.2. Montrer que l'équation de la réaction s'écrit :  $ClO^- = Cl^- + \frac{1}{2} O_2$ .

### 2) Etude cinétique de la réaction de décomposition

La courbe ci-contre représente l'évolution de la concentration en ion hypochlorite  $[ClO^-]$  pour une solution de concentration initiale  $[ClO^-]_0 = 2$  mol/L maintenue à la température  $\theta_1 = 30^\circ C$ .

L'unité utilisée pour l'axe des abscisses est la semaine

2.1. Donner l'expression de la vitesse  $V$  de disparition de l'ion hypochlorite en fonction de  $[ClO^-]$

2.2. Déterminer graphiquement la valeur de cette vitesse à chacune des dates  $t = 0$  sem et  $t = 10$  sem

2.3. Comment évolue la valeur de la vitesse  $v$  au cours du temps ? Quel est le facteur responsable de cette évolution ?

2.4. Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la vitesse  $V$  à différentes dates :

- Quelle relation existe-t-il entre la vitesse  $V$  et la concentration en ion hypochlorite dans le cas d'une réaction d'ordre 2.

- Montrer que les valeurs données dans le tableau sont en accord avec l'hypothèse d'une réaction de décomposition de l'ion hypochlorite d'ordre deux.

