Série 2

Suivi temporel d'une transformation chimique - Vitesse de réaction

Exercice 1 — 20 min

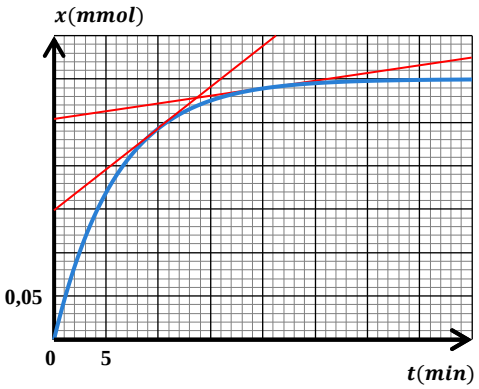
On veut étudier la transformation chimique complet modélisé par l'équation de réaction suivante :

$$H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O_{(L)}$$

Pour cela on mélange dans un bécher deux solution S_1 et S_2 en ajoutant $2ml$ d'acide sulfurique:

- **Solution S_1** : solution d'eau oxygéné $H_2O_{2(aq)}$ de volume $V_1 = 60ml$et de concentration $C_1 = 10^{-2}mol.L^{-1}$
- **Solution S_2** : solution d'iodure de potassium $(K^+_{(aq)} + I^-_{(aq)})$ de volume $V_2 = 30ml$et de concentration C_2

1) Quelles sont les couples Ox/Red qui intervient dans la réaction
2) Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction
3) Dresser le tableau d'avancement de cette réaction.
4) La courbe ci-dessus représente la variation de l'avancement x en fonction de temps
   a. Déterminer l'avancement maximal x_{max}, en déduire la valeur de la concentration C_2
   b. Calculer la vitesse volumique de formation de diiode aux instants $t_1 = 10min$ et $t_1 = 20min$.
   c. Comment varie la vitesse volumique au cours du temps? Quel est le facteur cinétique qui influe sur cette vitesse



Www.AdrarPhysic.Fr

Exercice 2 — 20 min

À l'instant $t = 0$, on introduit une masse de zinc en poudre de valeur $m(Zn) = 1,0g$ dans un ballon contenant le volume $V = 40\ ml$ d'une solution aqueuse (S) d'acide chlorhydrique $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration molaire $C_A = 0,5mol.l^{-1}$.

Les ions $H_3O^+_{(aq)}$ réagissent avec le zinc $Zn(s)$ suivant la réaction chimique d'équation :

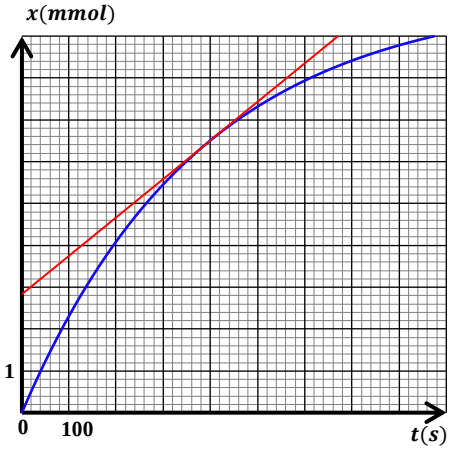
$$2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(S)} \rightarrow H_2 + Zn^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

La mesure du volume de dihydrogène formé permet le suivi de l'évolution temporelle de l'avancement x de la réaction et de tracer le graphe $x = f(t)$.

1) Calculer les quantités de matière $n_0(Zn)$ et $n_0(H_3O^+)$, présentes initialement dans le mélange réactionnel.

Donnée : $M(Zn) = 65,4\ g/mol$

2) Dresser le tableau d'avancement de la réaction chimique.
3) Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal.
4) Déterminer graphiquement :
   a. la valeur du temps de demi-réaction $t_{1/2}$.
   b. la valeur de la vitesse volumique de réaction, en unité, à l'instant $t = 400s$, sachant que le volume du mélange réactionnel est $V = 40\ ml$.
5) Interpréter qualitativement la variation de la vitesse volumique de cette réaction.
6) Pour accélérer la réaction précédente, on recommence l'expérience en utilisant la même masse de zinc $m(Zn) = 1,0\ g$ et le volume $V = 40\ ml$ d'une solution aqueuse **(S')** d'acide chlorhydrique de concentration molaire $C_A = 1\ mol.l^{-1}$.
   a. Citer le facteur cinétique qui est à l'origine de l'accélération de la réaction.
   b. Le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ va-t-il augmenter ou diminuer ? Justifier.



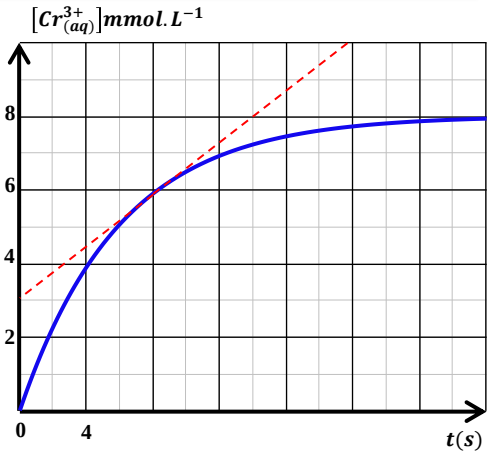
Www.AdrarPhysic.Fr

Exercice 3 20 min

Pour étudier l'évolution de la réaction entre la solution d'acide oxalique $H_2C_2O_{4(aq)}$ et la solution de bichromate de potassium $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O^{2-}_{7(aq)})$ en fonction du temps on prépare un mélange réactionnel contenant un volume $V_1 = 100ml$ de solution d'acide oxalique de concentration molaire $C_1 = 3,0 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et un volume $V_2 = 100ml$ de solution de bichromate de potassium de concentration molaire $C_2 = 0,8 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré.

On suivit l'évolution de mélanger réactionnelle à partir de dosage des ions de chrome $Cr^{3+}_{(aq)}$ formés en fonction du temps on obtient la courbe ci-dessous qui représente l'évolution de la concentration molaire des ions de chrome $[Cr^{3+}_{(aq)}]$ en fonction de temps.

1) Selon la durée de cette réaction, comment peut-on le classée?
2) Écrire l'équation bilan de la réaction, on donne les couples mis en jeux : $CO_2/H_2C_2O_4$ et $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$
3) Dresser le tableau d'avancement de cette réaction.
4) Est-ce qu'on peut considérer que cette réaction est totale
5) Déterminer graphiquement la valeur de temps de demi-réaction $t_{1/2}$
6) Calculer la vitesse volumique aux instants $t = 0s$ et $t = 8s$.
7) Expliquer à l'échelle microscopique la diminution de la vitesse volumique au cours du temps



Www.AdrarPhysic.Fr

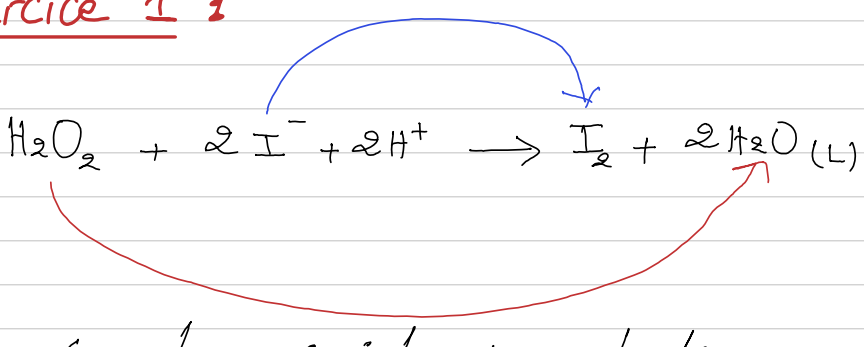
• Correction - Série 2 •

OUSSAMA PHYSIQUE CHIMIE

Suivi temporel d'une transf Chimique - La vitesse volumique.

Www.AdrarPhysic.Fr

• Exercice 1 :



1/. Les couples qui interviennent dans La réaction sont :

I_2 / I^- et H_2O_2 / H_2O

2/. Les demi-éq :

$$2I^- \rightleftharpoons I_2 + 2e^-$$

$$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$$

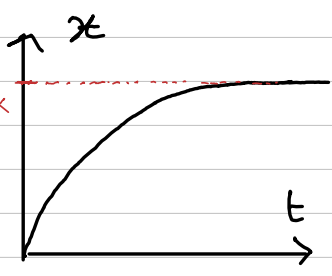
3/. Le tableau d'avancement :

	H_2O_2	+ $2I^-$	+ $2H^+$	→ I_2	+ $2H_2O$
t_0	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	En excès	0	En excès
t	$C_1.V_1 - x$	$C_2.V_2 - 2.x$	\	x	\
t_f	$C_1.V_1 - x_{max}$	$C_2.V_2 - 2.x_{max}$	\	x_{max}	\

4- . L'avancement maximal x_{max} :

. Graphiquement, On trouve :

$$x_{max} = 0,3 \text{ mmol} = 3.10^{-4} \text{ mol}$$



. Détermination de C_2 :

On a, D'après Le tableau d'avancement :

$$n_f(H_2O_2) = C_1.V_1 - x_{max} = 10^{-2} \times 60.10^{-3} - 3.10^{-4}$$

$$= 3.10^{-4} \text{ mol} \neq 0$$

$\Rightarrow$ H_2O_2 n'est pas un réactif limitant

$\Rightarrow$ I^- est le réactif limitant

D'où : $C_2.V_2 - 2.x_{max} = 0 \Rightarrow C_2.V_2 = 2.x_{max}$

Donc : $$C_2 = \frac{2.x_{max}}{V_2} = \frac{2 \times 3.10^{-4}}{30.10^{-3}}$$

$$C_2 = 2.10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

b°/ . On sait que : $$v = \frac{1}{V_T} \cdot \frac{dx}{dt}$$

. avec : $V_T = V_1 + V_2 + V_{\text{acide sulfurique}}$

$V_T = 60 + 30 + 2 = 92$ ml

à $t_1 = 10$ min :

$$v_{t_1} = \frac{1}{92 \times 10^{-3}} \cdot \left(\frac{\Delta x}{\Delta t} \right)_{t_1 = 10 \text{min}}$$

$$v_1 = \frac{1}{92 \times 10^{-3}} \times \frac{(0,16 - 0,15) \times 10^{-3}}{(1 - 0)}$$

$$\Rightarrow \quad v_1 = 1,08.10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

OUSSAMA PHYSIQUE CHIMIE

à $t_2 = 20$ min :

$$v_2 = \frac{1}{92.10^{-3}} \cdot \frac{(0,29 - 0,27).10^{-3}}{(20 - 10)}$$

$$v_2 = 2,17.10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$$

C°/ On a : $v_2 < v_1$

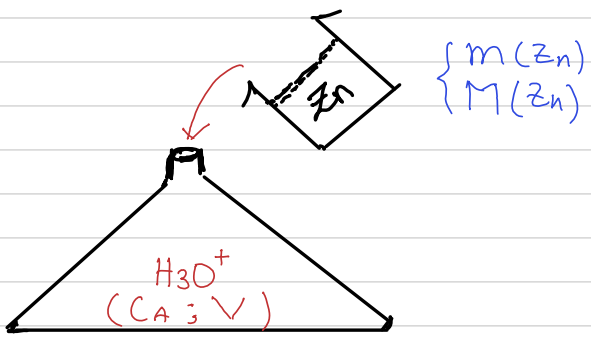
alors, La vitesse diminue au cours du temps à cause de la diminution des Concentrations initiales des réactifs.

• facteur cinétique •

OUSSAMA PHYSIQUE CHIMIE

Exercice 2 :

Www.AdrarPhysic.Fr



1-. On a : $n_0(Zn) = \frac{m(Zn)}{M(Zn)} = \frac{1}{65,4}$

$$\boxed{n_0(Zn) = 1,52.10^{-2}\ mol}$$

. On a : $n_0(H_3O^+) = C_A.V = 0,5 \times 40 \times 10^{-3}$

$$\boxed{n_0(H_3O^+) = 2.10^{-2}\ mol}$$

2- Le tableau d'avancement :

	$2H_3O^+$	+ Zn	→ $H_{2(g)}$	+ Zn^{2+}	+ $2H_2O_{(L)}$
t_0	2.10^{-2}	$1,5.10^{-2}$	0	0	En excès
t	$2.10^{-2} - 2x$	$1,5.10^{-2} - x$	x	x	
t_f	$2.10^{-2} - 2x_{max}$	$1,5.10^{-2} - x_{max}$	x_{max}	x_{max}	

3/. Si H_3O^+ est le réactif limitant

alors : $2.10^{-2} - 2.x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = \frac{2.10^{-2}}{2}$

$$\Rightarrow x_{max} = 0,01\ mol$$

. Si Zn est le réactif limitant

alors : $1,5.10^{-2} - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = 0,015\ mol$

. Puisqu'on a : $0,01\ mol < 0,015\ mol$

Alors, le réactif limitant est $H_3O^+_{(aq)}$

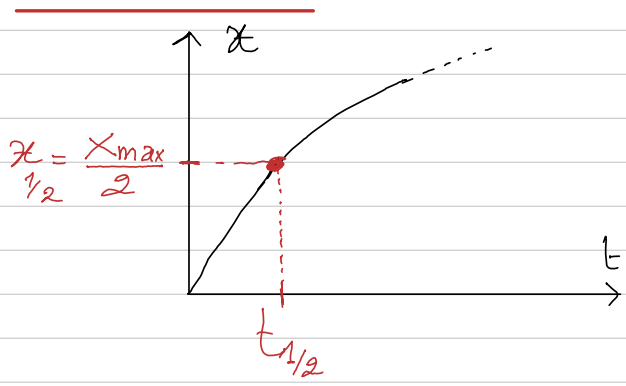
et $\boxed{x_{max} = 0,01\ mol}$

4°/ a- à $t = t_{1/2}$, on a : $x(t_{1/2}) = \frac{x_{max}}{2}$

$$\Rightarrow x_{1/2} = \frac{0,01 \times 10^3}{2} = 5\ mmol$$

. Graphiquement, On trouve :

$$\boxed{t_{1/2} = 270\ s}$$



b/ On a :

$$v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$$

à $t = 400\ s$; $v_t = \frac{1}{40.10^{-3}} \times \frac{(5,6-3).10^{-3}}{(300-20)}$

$$\Rightarrow \boxed{v_t = 2,32.10^{-4}\ mol.L^{-1}.s^{-1}}$$

5/ . La vitesse diminue au cours du temps à cause de la diminution des concentrations initiales des réactifs .

. facteur cinétique .

6/

a- La concentration initiale des réactifs

b- Lorsqu'on augmente la concentration initiale des réactifs (H_3O^+) ⇒ La vitesse va augmenter, D'ou le temps de demi réaction doit diminuer .

OUSSAMA
PHYSIQUE — CHIMIE

• Correction - Série 2 -

Suivi temporel d'une transf Chimique - La vitesse volumique.

Www.AdrarPhysic.Fr

• Exercice 3 :

1 - . Selon La durée de la transformation, $t_f > 1$ s, La réaction est Lente.

2- L'éq Bilan :

On a :

$$3\times\left(H_2C_2O_4 \rightleftharpoons 2CO_2 + 2H^+ + 2e^-\right)$$

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

$$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ \longrightarrow 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O + 6H^+$$

$$3H_2C_2O_4 + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \longrightarrow 6CO_2 + 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

3/ Le tableau d'avancement :

	$3H_2C_2O_4$	$+ Cr_2O_7^{2-}$	$+ 8H^+$	$\longrightarrow 6CO_2$	$+ 2Cr^{3+}$	$+ 7H_2O$
t_0	$C_1.V_1$	$C_2.V_2$	En excès	0	0	En excès
t	$C_1.V_1 - 3.x$	$C_2.V_2 - x$	\	$6.x$	$2.x$	\
t_f	$C_1.V_1 - 3.x_f$	$C_2.V_2 - x_f$	\	$6.x_f$	$2.x_f$	\

4- . Pour que La réaction soit totale, il faut que le réactif limitant soit totalement consommé ($n_f(H_2C_2O_4) = 0$ ou $n_f(Cr_2O_7^{2-}) = 0$).

. On a : $[Cr^{3+}]_f = \dfrac{n_f(Cr^{3+})}{V_T} = \dfrac{2.x_f}{V_T}$

$\Rightarrow x_f = \dfrac{[Cr^{3+}]_f . V_T}{2}$

Graphiquement : $[Cr^{3+}]_f = 8\ mmol.L^{-1}$

alors :

$$x_f = \frac{8.10^{-3} \times 200.10^{-3}}{2} = 8.10^{-4}\ mol$$

. D'après Le tab d'av :

$$n_f(Cr_2O_7^{2-}) = C_2.V_2 - x_f = 0{,}8\times10^{-2}\times100.10^{-3} - 8.10^{-4}$$

$$n_f(Cr_2O_7^{2-}) = 0\ mol$$

et On a : Www.AdrarPhysic.Fr

$$n_f(H_2C_2O_4) = C_1.V_1 - 3.x_f = 3.10^{-2}\times100.10^{-3} - 3\times8.10^{-4}$$
$$= 6.10^{-4}\ mol \neq 0$$

. Puisqu'on a : $n_f(Cr_2O_7^{2-}) = 0$

Alors La réaction est totale et $x_f = x_{max}$

5/ On a : $[Cr^{3+}]_t = \dfrac{n_t(Cr^{3+})}{V_T} = \dfrac{2.x}{V_T}$

. à $t = t_{1/2}$; $x_{1/2} = \dfrac{x_{max}}{2}$

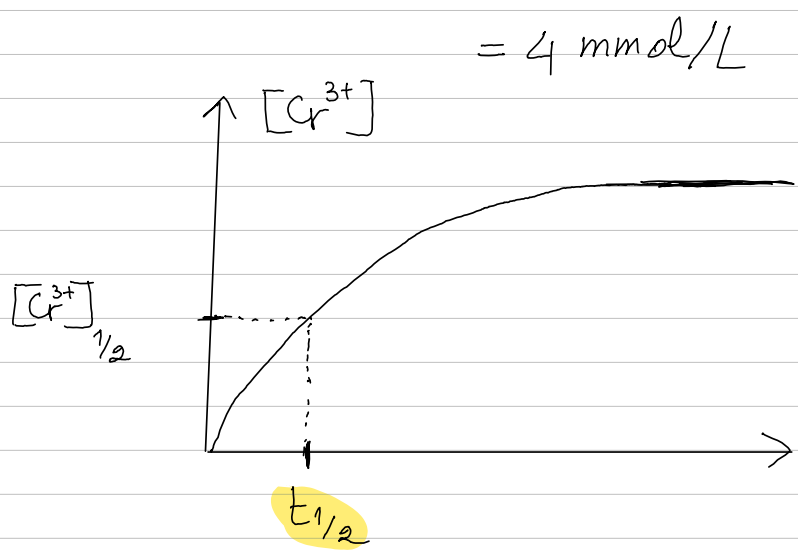
D'où : $[Cr^{3+}]_{1/2} = \dfrac{2.x_{1/2}}{V_T} = \dfrac{2.x_{max}}{2.V_T}$

avec : $[Cr^{3+}]_{max} = \dfrac{2.x_{max}}{V_T}$

$\Rightarrow [Cr^{3+}]_{1/2} = \dfrac{[Cr^{3+}]_{max}}{2} = \dfrac{8}{2}$

$= 4\ mmol/L$

$t_{1/2} = 4\ s$



6/ . La vitesse volumique :

On a : $v = \dfrac{1}{V_T} . \dfrac{dx}{dt}$

. On a : $[Cr^{3+}] = \dfrac{2.x}{V_T}$

$\Rightarrow x = \dfrac{V_T}{2} . [Cr^{3+}]$

⚠ Maths. $(Cte.f)' = Cte.f'$

$\dfrac{df}{dt} = f'$

. Par dérivation Globale :

$$\frac{dx}{dt} = \frac{d}{dt}\left(\frac{V_T}{2}.[Cr^{3+}]\right) = \frac{V_T}{2}.\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

. On remplace $\dfrac{dx}{dt}$ par son expression dans La relation : $v = \dfrac{1}{V_T}.\dfrac{dx}{dt}$

On trouve :

$$v = \frac{1}{V_T}.\frac{V_T}{2}\times\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

$\Rightarrow$

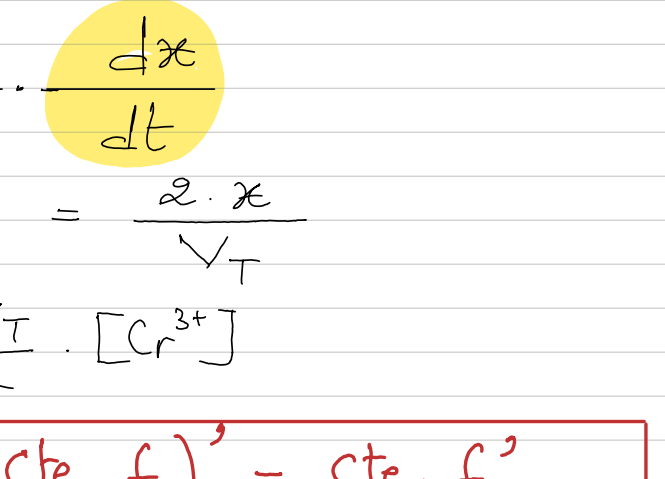
$$v = \frac{1}{2}.\frac{d[Cr^{3+}]}{dt}$$

. Coefficient directeur

à $t = 8\ s$.

$$v_t = \frac{1}{2}.\frac{(6-3).10^{-3}}{(8-0)}$$

$$v_t = 1{,}87.10^{-3}\ mol.L^{-1}.s^{-1}$$



7/ On a : $v_0 > v_{t=8s}$

→ . La vitesse diminue au cours du temps à cause de la diminution des concentrations initiales des réactifs .

Www.AdrarPhysic.Fr