

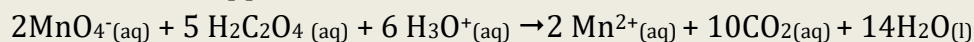
## Série 4 : Suivi temporel d'une transformation chimique

### -Vitesse de réaction



#### EXERCICE 1 :

On se propose d'étudier la cinétique de la réaction en solution aqueuse entre les ions permanganate :  $\text{MnO}_4^-$  (aq) avec l'acide oxalique  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  (aq) en présence d'un excès d'ions hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  (aq). L'équation de la réaction supposée totale est :



A  $t=0$  on mélange dans un bécher de 250ml : un volume  $V_1=40\text{ml}$  de permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4$  de concentration  $C_1=0,1\text{mol.L}^{-1}$  ; un volume  $V_2=40\text{ml}$  d'acide oxalique de concentration  $C_2$ , et un volume  $V_3=20\text{ml}$  d'acide sulfurique dont la concentration en ions hydronium est  $C_3=1\text{mol.L}^{-1}$ . Aux différents instants on prélève de ce mélange un prélèvement de volume  $V_0=20\text{ml}$  et on dose la quantité de  $\text{MnO}_4^-$  restante dans ce prélèvement à l'aide d'une solution de sulfate de fer II :  $\text{FeSO}_4$  de concentration  $C_0=10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$ . La réaction du dosage qui se

Produit considérée totale et rapide est d'équation :  $\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 12\text{H}_2\text{O}$ .

A la date,  $t$  voulu on ajoute au prélèvement une quantité d'eau glacée et on dose la quantité de  $\text{MnO}_4^-$

Les résultats de ce dosage permet de tracer la courbe qui traduit la variation du nombre de mole de  $\text{MnO}_4^-$  restant dans le milieu au cours du temps qui est donnée par le graphique suivant :

La concentration en ion hydronium est suffisamment grande pour que ces ions soient en excès durant toute la transformation chimique étudiée.

1- Montrer que  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  est un réactif limitant.

2 - Déterminer le nombre de mole initiale des ions  $\text{MnO}_4^-$  et de  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  dans le système chimique étudié. Et déduire la valeur de la concentration  $C_2$ .

3- Dresser le tableau d'avancement descriptif de la transformation chimique étudiée.

3- les ions  $\text{MnO}_4^-$  sont de couleur violette donc on détecte l'équivalence d'oxydo réduction par la disparition de la couleur violette du mélange réactionnel.

3-1- pourquoi on ajoute de l'eau glacée avant le dosage ? Préciser les facteurs cinétiques mise en jeu.

3-2- Calculer le volume de la solution de sulfate de fer ajouté à l'équivalence au cours du dosage du prélèvement à l'instant  $t=20\text{s}$

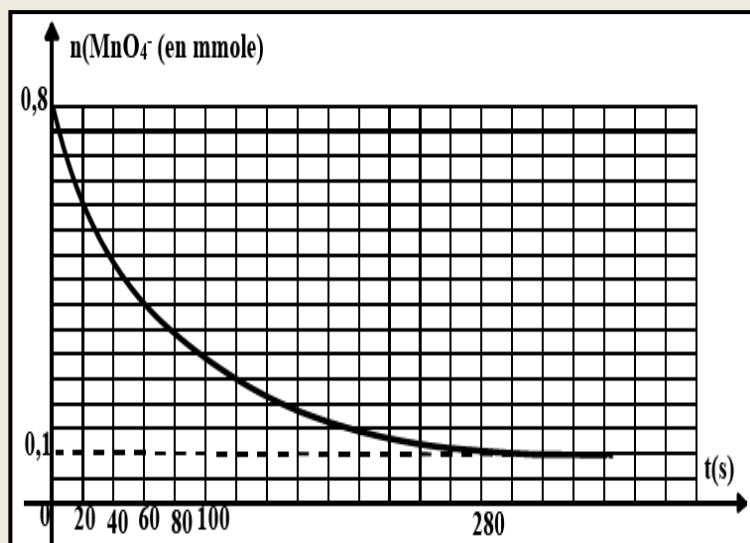
4 - Définir la vitesse d'une réaction chimique

5- Exprimer la vitesse de la réaction étudiée en fonction du nombre de mole de  $\text{MnO}_4^-$ . Calculer la valeur de cette vitesse à l'instant  $t=80\text{s}$

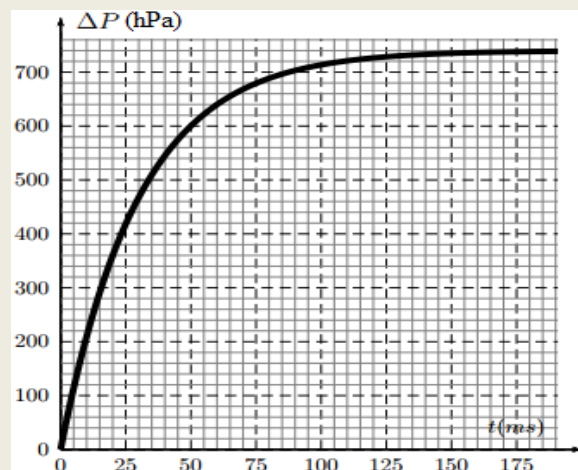
#### EXERCICE 2 :

Dans un ballon, on verse un volume  $V_A=75,0\text{ml}$  d'une solution concentrée d'acide sulfurique ( $2\text{H}_3\text{O}^+ + \text{SO}_4^{2-}$ ) de concentration en ions oxonium  $[\text{H}_3\text{O}^+]=0,4\text{mol/L}$ . À l'instant initial, on introduit une masse de  $m=0,6\text{g}$  de zinc en poudre. Très rapidement, on ferme ce ballon avec un bouchon percé qui permet de relier, par un tuyau, le contenu du ballon avec un manomètre. On note, régulièrement, la valeur de la pression indiquée sur le manomètre.

Données : La masse molaire du zinc :  $M(\text{Zn})=65,4\text{g/mol}$



- 1- Calculer  $n_i(\text{H}_3\text{O}^+)$  la quantité de matière initiale des ions oxonium et  $n_i(\text{Zn})$  la quantité de matière initiale de zinc.
- 2- Dresser le tableau d'avancement de cette transformation, en considérant  $x$  comme l'avancement de cette transformation et  $x_{\text{max}}$  son avancement maximal. Quelle le réactif limitant.
- 3- En appliquant l'équation d'état d'un gaz parfait et en utilisant le tableau d'avancement, trouver l'expression de l'avancement  $x$  à l'instant  $t$  en fonction de  $R$ ,  $T$ ,  $V$  et  $\Delta P$  avec  $\Delta P(t) = P(t) - P_0$  tel que  $P_0$  la pression initiale mesurée à l'instant  $t=0$  et  $P$  la pression à l'instant  $t$ .
- 4- Soit  $\Delta P_{\text{max}} = P_{\text{max}} - P_0$  la variation de pression maximale, montrer que :  $x(t) = x_{\text{max}} \cdot \frac{\Delta P(t)}{\Delta P_{\text{max}}}$



- 5- Cette expérience nous a permis de tracer la courbe dans la figure ci-contre qui représente la variation de  $\Delta P(t)$  en fonction du temps  $t$ . Déterminer graphiquement la valeur du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .

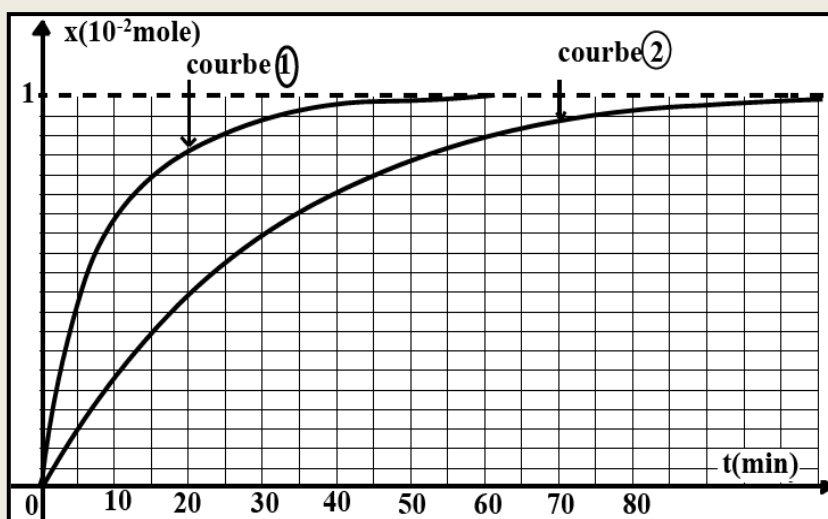
### EXERCICE 3 :

Deux groupes d'élèves veulent étudier l'évolution dans le temps de la réaction d'oxydation des ions iodure

I- par les ions peroxodisulfate  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  dans deux conditions expérimentales différentes. L'équation de cette réaction est :  $2\text{I}^- + \text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow \text{I}_2 + 2\text{SO}_4^{2-}$ . ( Cette réaction est lente et pratiquement totale.)

Ils ont partie à  $t=0$  du même mélange : 50ml d'une solution aqueuse de KI et de concentration  $C_1 = 0,5 \text{ mol.L}^{-1}$

et 50ml d'une solution aqueuse de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  de concentration  $C_2$ . Le groupe A suit l'évolution de la réaction à la température ambiante, par contre le groupe B suit l'évolution de la réaction dans un bain marie dont la température est maintenue à  $T=80^\circ\text{C}$ . A l'aide d'un protocole bien approprié n'est pas décrit ici les deux groupes ont tracé les deux courbes qui traduisent l'évolution de l'avancement  $x$  au cours du temps sur le même graphique ci-contre.



- 1 - Identifier la courbe tracée par le groupe B. Justifier la réponse.
- 2- Préciser l'effet de la température sur le déroulement de la réaction chimique étudiée. Que peut-on dire de la température.
- 3- Dresser le tableau d'avancement descriptif qui décrit l'évolution de la réaction.
- 4- Déterminer l'avancement maximal  $x_f$ .
- 5- Montrer que  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  est le réactif limitant. Et déduire la valeur de la concentration  $C_2$
- 6- Déterminer la composition de chaque système chimique après un quart d'heure du départ de la réaction.
- 7- Déterminer la vitesse de la réaction dans chaque condition à la même date  $t=15 \text{ min}$ .