

CINETIQUE CHIMIQUE

I Classification cinétique des réactions :

I-1 Réaction rapide :

Une réaction est rapide ou instantanée lorsque l'évolution du système est si rapide qu'à nos yeux, la réaction semble achevée à l'instant même où les réactifs entrent en contact.

Exemple :

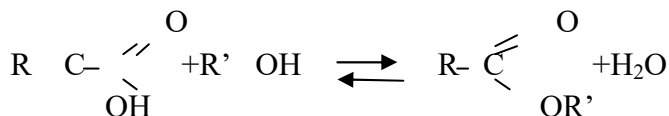
- Les réactions acido- basique $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{OH}^- \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$
- Les réactions de précipitation $\text{Pb}^{2+} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{Pb}(\text{OH})_2$

I-2 Réaction lentes :

Une réaction est dite lente lorsque nos sens ne nous permettent pas de suivre son déroulement qui dure quelques minutes voire quelques heures.

Exemple :

- Les réactions d'estérification ou d'hydrolyse directe



- Les réactions d'oxydoréduction: L'oxydation de l'acide éthane dioïque (acide oxalique) par le KMnO_4
 $E(\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}) = 1.52\text{V}$ $E(\text{CO}_2 / \text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = -0.49\text{V}$
 $2\text{MnO}_4^- + 6 \text{H}_3\text{O}^+ + 5\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \longrightarrow 2\text{Mn}^{2+} + 14 \text{H}_2\text{O} + 10\text{CO}_2$

Remarque:

Une réaction est dite très lente lorsqu'elle ne s'achève qu'au bout de plusieurs jours, voire plusieurs mois ou même des années .

Exemple :

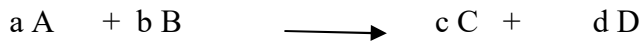
- La corrosion du fer (rouille)
- La fermentation alcoolique des jus ou du lait

II Etude quantitative :

Nous nous intéresseront à la réaction lente car l'étude de leur évolution au cours du temps est possible. Pour cela, nous pouvons définir deux notions : la vitesse de formation d'un produit et la vitesse de disparition d'un réactif.

II-1 Vitesse de formation d'un produit :

Considération la réaction chimique dont l'équation-bilan est :



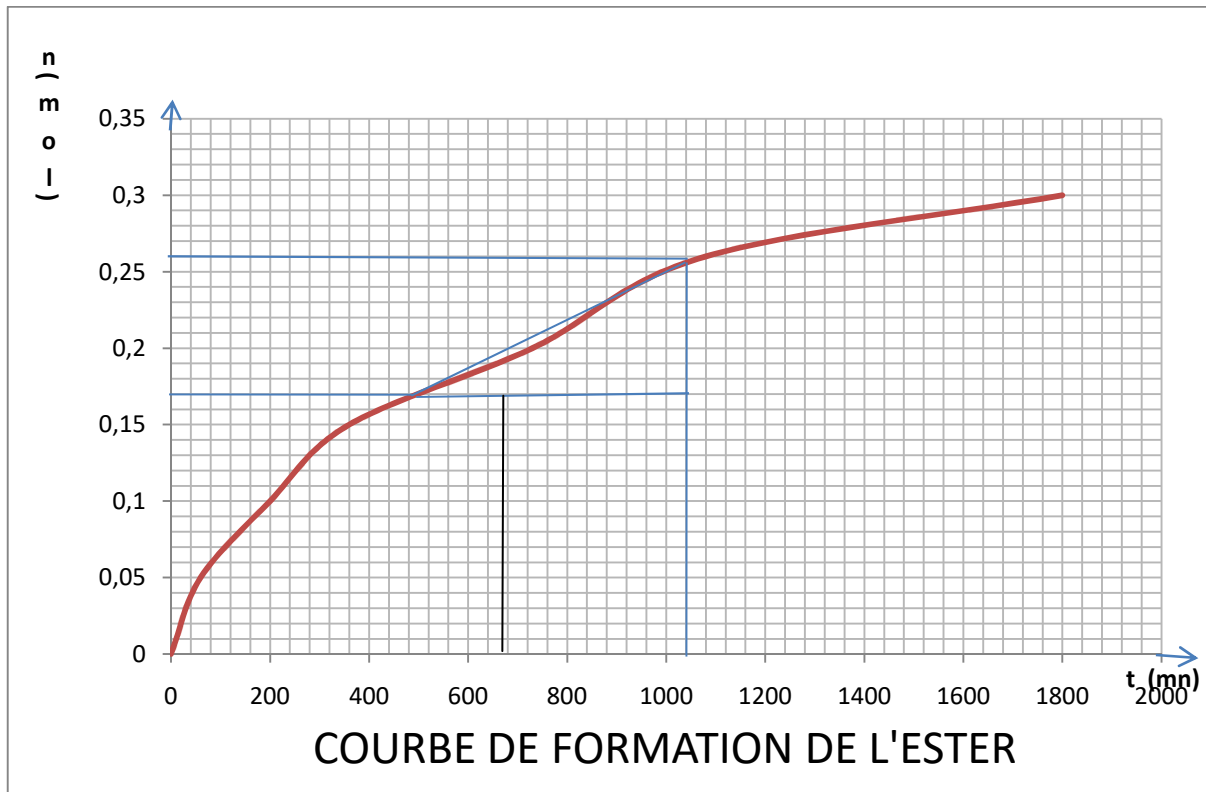
à $t=t_1$ $n_1(A)$ $n_1(B)$ $n_1(C)$ $n_1(D)$ $t_1 < t_2$

à $t=t_2$ $n_2(A)$ $n_2(B)$ $n_2(C)$ $n_2(D)$

La vitesse de formation d'un produit à l'instant t_1 est égale au coefficient directeur (pente) de la tangente à la courbe C au point M d'abscisse t_1 .

Voici le tableau où on a consigné l'évolution de la formation de l'ester au cours du temps

n(mol)	0	0,05	0,1	0,15	0,2	0,26	0,3
t (mn)	0	60	200	360	730	1080	1800



Pour tracé cette courbe, nous allons interroger un élève ensemble nous allons tracer la courbe et déterminer la pente

II-2 Vitesse moyenne de formation :

Comme les élèves ont déjà vu la notion de vitesse moyenne en cinématique, nous allons leur demander de donner une définition et ensemble nous allons faire la synthèse et en fin la définition exacte.

La vitesse moyenne de formation d'un produit pendant t_2-t_1 est donnée par la relation

$$V_m = \frac{n_2(D) - n_1(D)}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta n(D)}{\Delta t}$$

Application :

Déterminer la vitesse moyenne de formation de l'ester entre les instants $t = 60mn$ et $t = 1080mn$

Comme c'est une application directe du cours, nous le faisons ensemble.

Solution:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \text{ AN : } \Delta t = 1080 - 60 = 1020 \text{ mn} = 61200 \text{ s}$$

$$\Delta n = n(t_2) - n(t_1) = 0,26 - 0,05 = 0,21 \text{ mol} \quad \rightarrow \text{An } v_m = \frac{0,21}{61200} = 3,43 \cdot 10^{-6} \text{ mol/s}$$

II.1.2 Vitesse instantanée de formation:

Quand t_1 tend vers t_2 , vitesse moyenne tend vers une vitesse limite appelée vitesse instantanée.

$$v(p) = \lim_{t_1 \rightarrow t_2} V_m = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} \frac{n_2 - n_1}{t_2 - t_1} = \frac{dn}{dt} \leftrightarrow v(p) = \frac{dn}{dt}$$

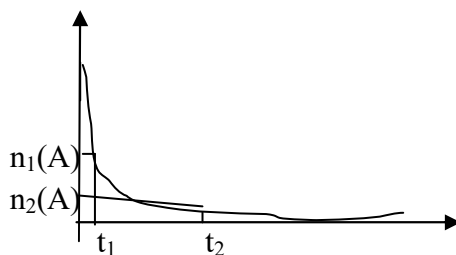
Graphiquement cette vitesse est le coefficient directeur ou pente de la tangente à la courbe



II.2 Vitesse de disparition d'un réactif :

II.2.1 Vitesse moyenne de disparition d'un réactif :

En se référant de la de la courbe de formation, nous demandons aux élèves de donner l'allure de la courbe.



Courbe de disparition du réactif A

La vitesse moyenne de disparition du réactif A entre les instants t_1 et t_2 est la grandeur :

$$V_m(A) = - \frac{n_2(A) - n_1(A)}{t_2 - t_1} = - \frac{\Delta n(A)}{\Delta t}$$

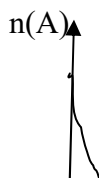
II.2.2 Vitesse instantanée de disparition :

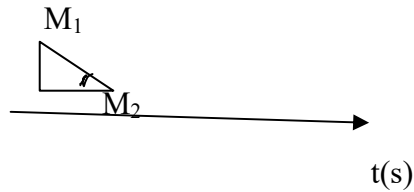
En se référant de la définition de la vitesse instantanée de la formation, je demande à un élève de proposer une définition.

Lorsque t_2 tend vers t_1 , la vitesse moyenne de disparition tend vers une vitesse limite appelée vitesse instantanée de disparition.

$$V(A) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} V_m(A) = \lim_{t_2 \rightarrow t_1} - \frac{\Delta n(A)}{\Delta t} \leftrightarrow V(A) = - \frac{dn(A)}{dt}$$

Graphiquement la vitesse instantanée de disparition est le coefficient directeur de la tangente à la courbe de disparition du réactif A.





Remarque :

On appelle vitesse volumique lorsque le volume du mélange réactionnel reste invariant au cours du temps. On représente souvent la courbe de la concentration en fonction du temps.

$$[] = \frac{n}{v} \rightarrow \frac{\Delta[]}{\Delta t} = \frac{1}{v} \frac{\Delta n}{\Delta t} \quad \text{ou} \quad \frac{d[]}{dt} = \frac{dn}{dt}$$

On peut écrire que :

- La vitesse moyenne de formation du produit D est : $v_m(\mathbf{D}) = \frac{[]_{t2} - []_{t1}}{t2 - t1}$
- La vitesse instantanée de formation du produit D est : $v(\mathbf{D}) = \frac{d[D]}{dt}$
- La vitesse moyenne de disparition du réactif A est : $v_m(\mathbf{A}) = -\frac{[A](t2) - [A](t1)}{t2 - t1}$
- La vitesse instantanée de disparition du réactif A est : $v_m = -\frac{d[A]}{dt}$

Soit une réaction chimique dont A et B sont les réactifs et C et D les produits avec des coefficients stœchiométriques respectifs a, b, c et il existe une relation entre les vitesses tels que : $\frac{v(\mathbf{A})}{a} = \frac{v(\mathbf{B})}{b} = \frac{v(\mathbf{C})}{c} = \frac{v(\mathbf{D})}{d}$

II.3. Temps de demi-réaction :

Pour cette définition, les élèves vont proposer des définitions et après nous allons faire une synthèse.

- Le temps de demi-réaction noté $t_{1/2}$ est le temps au bout duquel le nombre de mol ou la concentration du produit P à atteint la moitié de sa valeur limite.

$$A \quad t = t_{1/2}; \quad [P]_{t_{1/2}} = \frac{[p]_{final}}{2} \quad ; \quad n_{t_{1/2}}(P) = \frac{nf(p)}{2}$$

- C'est aussi le temps pour lequel, la moitié de la quantité de réactif R, qui sera consommée à la fin de la réaction a disparu.

$$[R]_{t_{1/2}} = \frac{[R]_0 - [R]}{2}$$

III. Facteurs cinétiques :

Les facteurs cinétiques sont des paramètres qui influent sur la cinétique des réactions. Ces principaux facteurs sont : la concentration, la température et le catalyseur.

III. 1. Influence des concentrations des réactifs :

Les vitesses de formation des produits et de disparition des réactifs augmentent quand les concentrations augmentent.

III .2. Influence de la température :

La vitesse de formation d'un produit ou de disparition d'un réactif croît avec la température

III.3. Influence d'un catalyseur :

Un catalyseur est un corps qui accélère la vitesse de réaction sans subir lui même des modifications permanentes.

Application :

- La trompe : c'est une technique utilisée par les chimistes pour bloquer ou arrêter brutalement une réaction chimique en abaissant la température. On peut aussi déterminer les compositions du mélange.
- Méthode de conservation des aliments : congélation.
- Autocuiseur : récipient métallique à fermeture hermétique qui permet une cuisson rapide des aliments.