

1 Facteurs cinétiques et catalyse

La modification de paramètres physiques ou l'ajout d'une espèce chimique appelée catalyseur (comme la catalase, protéine du radis) peuvent diminuer la durée d'une réaction.

Objectif Étudier l'influence de la température, de la concentration en réactifs et de la présence d'un catalyseur sur la durée d'une transformation chimique.



Protocole 1 Influence de la concentration des réactifs

- Poser un bécher de 100 mL sur un carton sur lequel est imprimé un motif.
- Introduire dans celui-ci un volume V_1 d'une solution de thiosulfate de sodium ($2 \text{Na}^+_{(\text{aq})}, \text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration $c_0 = 0,2 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ un volume V_2 d'eau distillée.
- Ajouter un volume V_3 d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}, \text{Cl}^-_{(\text{aq})}$) de concentration $c = 1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et déclencher le chronomètre.
- Noter la durée t nécessaire pour que le motif ne soit plus visible par un observateur placé au-dessus du bécher.

On réalise trois expériences.

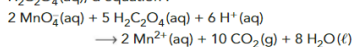
Expériences	1	2	3
V_1 (en mL)	30	20	10
V_2 (en mL)	10	20	30
V_3 (en mL)	10	10	10



Protocole 2 Influence de la température

Réaction étudiée

La réaction étudiée est la réaction entre les ions permanganate, $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$, et l'acide oxalique, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$, d'équation :



Lorsque l'ion permanganate est le réactif limitant, la disparition, dans le mélange réactionnel, de la couleur violette indique la fin de la réaction.

Manipulation

► Rédiger un protocole permettant de mettre en évidence l'influence de la température sur la rapidité de la réaction étudiée.

► Mettre en œuvre ce protocole après discussion avec le professeur.

Matériel et produits disponibles

- Des béchers identiques de 100 mL ;
- deux éprouvettes graduées de 15 mL et 25 mL ;
- un chronomètre ;
- de la glace pilée dans un cristallisoir ;
- un bain-marie à 50 °C ;
- une solution acidifiée de permanganate de potassium, $\text{K}^+(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq})$, à $5,0 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$;
- une solution d'acide oxalique, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4(\text{aq})$, à $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

Un pas vers le cours...

- 2 Faire la synthèse des observations effectuées à propos du rôle de la température sur la rapidité d'évolution d'un système, siège d'une réaction chimique.

Protocole 3 Rôle d'un catalyseur

Le peroxyde d'hydrogène ou eau oxygénée H_2O_2 se décompose selon la réaction : $2 \text{H}_2\text{O}_{2(\ell)} \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}_{(\ell)} + \text{O}_{2(\text{g})}$
En verser 5 mL dans quatre tubes à essais et introduire dans chacun l'espèce indiquée dans le tableau ci-dessous.

Tube	1	2	3	4
Espèce	Aucune	Radis	$\text{MnO}_{2(\text{s})}$	Ions Fe^{3+}

Questions

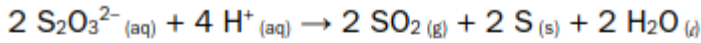
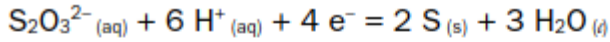
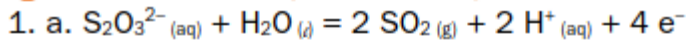
1 a. Réaliser le protocole 1. Le thiosulfate oxydant du couple $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}/\text{S}_{(\text{s})}$ réagit avec le thiosulfate réducteur du couple $\text{SO}_{2(\text{g})}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(\text{aq})}$. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction correspondante. Quelle est l'espèce solide dont l'apparition rend la solution opaque dans le bécher ?

b. Calculer la concentration initiale en thiosulfate dans chaque bécher. Quelle est l'influence de la concentration initiale du thiosulfate sur la durée de la réaction ?

2 Réaliser le protocole 2. Quelle est l'influence de la température ?

3 Réaliser le protocole 3. Quel phénomène visible prouve l'influence de l'espèce introduite sur l'évolution de la réaction, et son statut de catalyseur ? Les filaments de radis disparaissent-ils dans le tube 2 ?

① Facteurs cinétiques et catalyse



C'est le soufre solide qui est responsable de l'opacification de la solution.

b. On a $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = \frac{c_0 V_1}{V_1 + V_2 + V_3}$

donc $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_1 = 0,12 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

$$[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_2 = 0,08 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1} \quad [\text{S}_2\text{O}_3^{2-}]_3 = 0,04 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

La durée de la transformation chimique est d'autant plus courte que la concentration en le réactif $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ est grande.

2. Une augmentation de la température diminue la durée de la transformation.

3. Dans les tubes 2, 3 et 4, on observe un dégagement gazeux de dioxygène. En l'absence (tube 1) d'espèce introduite, il n'y a pas de réaction visible. L'espèce introduite est un catalyseur. Les filaments de radis ne disparaissent pas, la catalase présente dans le radis est régénérée en fin de réaction.

Bilan

- La concentration des réactifs est un facteur cinétique : son augmentation diminue la durée de la transformation. La température est un facteur cinétique : son augmentation diminue la durée de la transformation. L'ajout d'un catalyseur diminue la durée de la transformation.
- L'état physique d'un catalyseur n'est pas nécessairement le même que celui du milieu : il est solide dans les tubes 2 et 3 du **protocole 3**, c'est une catalyse hétérogène.