TP 5 – Catalyse

Le programme officiel

Notions et contenus	Capacités exigibles Activités expérimentales support de la formation
Suivi temporel et modélisation macroscopique Transformations lentes et rapides. Catalyse, catalyseur.	 Citer les propriétés d'un catalyseur et identifier un catalyseur à partir de données expérimentales. *Mettre en évidence des facteurs cinétiques et l'effet d'un catalyseur.*

Les compétences travaillées dans le cadre de la démarche scientifique

Compétences	Quelques exemples de capacités associées
Réaliser	- Effectuer des procédures courantes (calculs, représentations, collectes de données, etc.). - Mettre en oeuvre un protocole expérimental en respectant les règles de sécurité.
Communiquer	À l'écrit comme à l'oral : - présenter une démarche de manière argumentée, synthétique et cohérente ; - utiliser un vocabulaire adapté et choisir des modes de représentation appropriés ; - échanger entre pairs.

Mesure et incertitudes

NOTIONS ET CONTENUS	Capacités exigibles
Écriture du résultat. Valeur de référence.	Écrire, avec un nombre adapté de chiffres significatifs, le résultat d'une mesure.

Capacités expérimentales

- Préparer une solution par dissolution ou par dilution en choisissant le matériel adapté.
- Mettre en œuvre le protocole expérimental d'un titrage.
- Respecter les règles de sécurité lors de l'utilisation de produits chimiques et de verrerie.
- Respecter le mode d'élimination d'une espèce chimique ou d'un mélange pour minimiser l'impact sur l'environnement.

TP 5 – Catalyse

Matériels

Matériels bureau (pour 10 groupes) :

- 10 étuis à lentilles AODISC ;
- 1 flacon de solution commerciale d'eau oxygénée à 3 % ;
- Grains de pierre ponce ;
- 50 mL d'une solution de chlorure de fer III à 1,0 mol/L ;
- Un peu de viande hachée ;
- 1 L de solution de permanganate de potassium acidifiée à $2{,}00 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.

Matériels élèves :

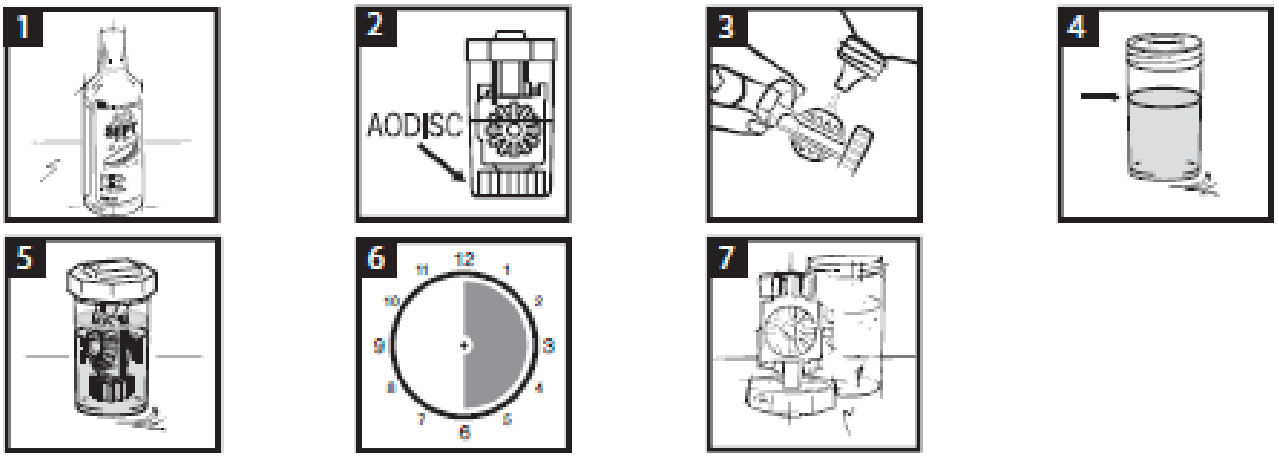
- 4 tubes à essais ;
- pipettes jaugées de 10 mL et 20 mL avec la poire à pipeter ;
- 1 fiole jaugée de 200 mL ;
- 1 entonnoir ;
- 1 erlenmeyer de 100 mL ;
- 1 burette de 25 mL avec bécher poubelle ;
- 3 béchers de 100 mL (solution titrante et solution titrée x 2) ;
- 1 agitateur avec son barreau aimanté ;
- 1 pissette d'eau distillée et pipette pasteur.

TP 5 – Catalyse

1. Objectif et documents

Dans cette activité nous allons mettre en évidence l'action de différents catalyseurs ; vérifier la composition en peroxyde d'hydrogène d'une solution commerciale d'entretien des lentilles ; étudier l'action du catalyseur au platine sur la solution commerciale d'entretien des lentilles.
Les documents suivants peuvent aider à la compréhension.

DOC 1 : Notice d'utilisation Aoset Plus



DOC 2 : La dismutation de l'eau oxygénée

La solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène $H_2O_{2\,(aq)}$ s'appelle eau oxygénée dans la vie courante. Elle est utilisée comme antiseptique de la peau, hémostatique (stoppe les saignements), produit désinfectant pour lentille de contact, agent de blanchiment pour le papier, les cheveux, les textiles, le bois….

Le peroxyde d'hydrogène est instable et se décompose spontanément lentement par une réaction de dismutation selon l'équation :

$$2\,H_2O_2\,(aq) \rightarrow O_2\,(g) + 2\,H_2O\,(l)$$

Pour cette raison la durée de conservation d'une solution à 3% de peroxyde d'hydrogène est de 2 ans pour un flacon fermé.

DOC 3 : Comprimés Oxysept

DOC 4 : La catalase

La catalase est une enzyme qui existe chez la plupart des êtres vivants. Sa principale fonction consiste éliminer le peroxyde d'hydrogène ou « eau oxygénée » par dismutation. Le peroxyde d'hydrogène est un sous-produit de nombreuses réactions métaboliques que la cellule doit absolument éliminer dès qu'il se forme. Son accumulation serait mortelle sans l'intervention de la catalase.
La catalase est une grosse protéine formée de quatre chaînes identiques d'acides aminés (il y en a plus de cinq cents) ; chaque chaîne est associée à un groupement chimique que l'on nomme « hème ». Cet « hème » est une molécule organique renfermant un atome de fer. C'est cet atome de fer qui catalyse la réaction.
La catalase se rencontre chez tous les organismes aérobies, et plus particulièrement dans le navet, dans la plupart des racines de plantes, dans la levure, ainsi que dans le foie des animaux.

2. Expérimentation

2.1. Etude préliminaire

Dans 4 tubes à essais et dans un étui à lentilles, verser environ 3 mL de la solution commerciale d'eau oxygénée . Puis :

- ajouter 2 grains de pierre ponce dans un tube ;
- ajouter 0,5 mL d'une solution de chlorure de fer III dans un autre tube ;
- ajouter un petit morceau de viande dans un 3^{ième} tube ;
- fermer l'étui à lentilles contenant le disque recouvert de platine AODISC.

Observer puis schématiser l'expérience.
Dans chaque cas, préciser de quel type de catalyse il s'agit.

2.2. Dilution de la solution commerciale

Pour réaliser le titrage, la solution commerciale $\mathbf{S_0}$ est trop concentrée, il faut donc la **diluer**.

On cherche à comparer la quantité de $\mathbf{H_2O_2}$ présent dans $\mathbf{V_S = 10,0\ mL}$ de la solution commerciale $\mathbf{S_0}$ (solution d'entretien des lentilles) dans deux cas :

Cas n°1 : en l'absence de catalyseur.
Cas n°2 : après …… minutes d'immersion du catalyseur (disque recouvert de platine AODISC).

Protocole :

- Cas n°1 : On prélève exactement 10 mL de la solution $\mathbf{S_0}$ qu'on va diluer 20 fois dans une fiole jaugée de 200 mL. On obtient une solution $\mathbf{S_1}$.

- Cas n°2 : On prélève exactement 10 mL de la solution $\mathbf{S_0}$ qu'on transvase sans perte dans un étui à lentille contenant le catalyseur. On note l'heure de préparation de cet étui. Après une certaine durée fixée par le professeur, on procède à la dilution (également 20 fois) en récupérant la totalité de la solution de l'étui (penser aux différents rinçages). On obtient une solution $\mathbf{S_2}$.

Appeler le professeur pour vérification de l'une ou l'autre dilution

2.3. Titrage de S_1

Le peroxyde d'hydrogène en solution aqueuse peut être titré par l'ion permanganate en milieu acide selon l'équation :
$2\ MnO_4^-{}_{(aq)} + 6\ H^+{}_{(aq)} + 5\ H_2O_2{}_{(aq)} \rightarrow 2\ Mn^{2+}{}_{(aq)} + 5\ O_2{}_{(g)} + 8\ H_2O_{(l)}$.
En solution aqueuse, l'ion permanganate est violet et l'ion manganèse (II) est incolore.
D'après cette équation, les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques si :
$x_{éq} = \frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5}$

On dispose d'une solution de permanganate de potassium acidifiée de concentration en quantité de matière apportée : $\mathbf{C_p = 2,00 \times 10^{-2}\ mol.L^{-1}}$.

- Prélever V_{S1} = 20 mL de la solution S_1 et les verser dans un erlemeyer de 100 mL.
- Remplir la burette graduée avec la solution S_p de permanganate de potassium.
- Mettre un aimant avec une agitation modérée.

Appeler le professeur pour vérification

- Réaliser le titrage jusqu'à la persistance de la couleur rosée pendant 1 minute. Le volume de permanganate versé à cet instant s'appelle $\mathbf{V_{E1}}$ volume à l'équivalence pour le cas n°1. Noter ce résultat.

2.3. Titrage de S_2

- Faire de-même pour la solution S_2 et relever la valeur de $\mathbf{V_{E2}}$.
- Nettoyer et ranger le matériel.

3. Exploitation

3.1. Etude préliminaire

1) A l'aide des couples oxydant/réducteur suivants : $\mathbf{H_2O_{2(aq)}/H_2O_{(l)}}$ et $\mathbf{O_{2(g)}/H_2O_{2(aq)}}$; écrire les deux demi-équations correspondantes à chacun des couples. Retrouver alors l'équation de décomposition de l'eau oxygénée du document 2.
2) Cette réaction est-elle instantanée, lente ou infiniment lente ?
3) Quel est le rôle du disque AODISC ? De quel type de catalyse s'agit-il ?
4) Observez le catalyseur. Pourquoi a-t-il cette forme particulière ?
5) Décrire brièvement une autre méthode pour nettoyer les lentilles.

3.2. Etude du titrage

6) A l'aide des couples oxydant/réducteur suivants : $\mathbf{MnO_4^-{}_{(aq)}/Mn^{2+}{}_{(aq)}}$ et $\mathbf{O_{2(g)}/H_2O_{2(aq)}}$; écrire les deux demi-équations correspondantes à chacun des couples. Retrouver alors l'équation de titrage.
7) Construire un tableau d'avancement.
8) Expliquer la relation donnée en début de partie 3 : « les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques si : $x_{éq} = \frac{n(MnO_4^-)}{2} = \frac{n(H_2O_2)}{5}$ ».
9) En considérant qu'à l'équivalence les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques, calculer la quantité de matière $n(MnO_4^-{}_{(aq)})_{éq1}$ de permanganate versé à l'équivalence pour le cas n°1.
10) En déduire l'avancement à l'équivalence $x_{éq1}$.
11) En déduire la quantité de matière initiale $n_i(H_2O_2)_1$ de peroxyde d'hydrogène pour le cas n°1.
12) Reprendre les calculs des questions 9 à 11 pour le cas n°2.

3.3. Etude de la catalyse

13) Reprendre et compléter le tableau à l'aide des résultats de chaque groupe puis conclure.

Groupe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Volume pour S_1										
Volume pour S_2	à t = 4 min		à t = 8 min		à t = 12 min		à t = 16 min		à t = 20 min	