

## Dismutation de l'eau oxygénée : concours EMCTA 2011

L'eau oxygénée commerciale est une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène utilisée comme antiseptique, pour l'entretien des lentilles de contact ou comme agent de blanchiment. Le peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  intervient dans deux couples oxydant-réducteur :

$\text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq} / \text{H}_2\text{O(l)}$  et  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq}$ .

Le peroxyde d'hydrogène est capable dans certaines conditions de se dismuter, c'est-à-dire de réagir sur lui-même selon l'équation de réaction suivante :  $2\text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq} \rightarrow \text{O}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O(l)}$ . (1)

Cette réaction est lente à température ordinaire mais sa vitesse peut être augmentée en présence d'un catalyseur.

### Étude de la réaction de dismutation.

**Écrire les deux demi-équations d'oxydoréduction des deux couples auxquels le peroxyde d'hydrogène appartient.**

Réduction :  $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq} + 2\text{H}^+ \text{ aq} + 2\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O(l)}$

Oxydation :  $\text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq} = 2\text{H}^+ \text{ aq} + 2\text{e}^- + \text{O}_2(\text{g})$

**Recopier et compléter le tableau d'évolution du système.**

état	avancement (mol)	$2\text{H}_2\text{O}_2 \text{ aq}$	$=2\text{H}_2\text{O(l)}$	$+\text{O}_2(\text{g})$
initial	0	$n_0$	solvant	0
en cours	x	$n_0 - 2x$		x
fin	$x_{\text{max}}$	$n_0 - 2x_{\text{max}}$		$x_{\text{max}}$

### Détermination de la concentration initiale de la solution de peroxyde d'hydrogène.

L'eau oxygénée du commerce se présente en flacons opaques afin d'éviter que la lumière favorise la transformation chimique précédente. Le flacon utilisé dans cette étude porte la mention suivante : eau oxygénée à 10 volumes.. Cette indication est appelée titre de l'eau oxygénée.

Par définition, le titre est le volume de dioxygène (exprimé en litres) libéré par un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène suivant la réaction de dismutation dans les conditions normales de température et de pression. On considérera, en première approximation que les conditions de l'expérience sont assimilables aux conditions normales. On souhaite vérifier l'indication donnée sur le flacon concernant le titre de l'eau oxygénée de la solution commerciale utilisée.

Par définition du titre de l'eau oxygénée, **quel volume de dioxygène  $V(\text{O}_2)$  serait libéré par un volume  $V=1,0 \text{ L}$  de solution commerciale au cours de la dismutation ?**

$V(\text{O}_2) = 10 \text{ L}$

**Calculer la quantité de matière de dioxygène  $n(\text{O}_2)$  formée au cours de cette transformation.**  $V_m = 25 \text{ L/mol}$ .

$n(\text{O}_2) = V(\text{O}_2) / V_m = 10 / 25 = 0,40 \text{ mol}$ .

La transformation précédente étant considérée comme totale, **vérifier à l'aide du tableau d'avancement que la concentration théorique en peroxyde d'hydrogène notée  $[\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{th}}$  est  $=0,80 \text{ mol/L}$ .**

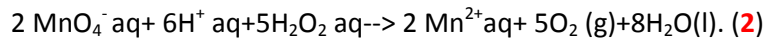
$n_0 = 2 \times x_{\text{max}} = 2 \times 0,40 = 0,80 \text{ mol}$  dans un litre de solution.

### Détermination de la valeur réelle de la concentration en eau oxygénée.

Pour vérifier la valeur de la concentration précédente, on réalise le titrage d'un volume  $V_0 = 10,0$

mL de cette solution par une solution acidifiée de permanganate de potassium de concentration en soluté  $c_1 = 0,20 \text{ mol/L}$ .

On donne les couples oxydoréducteurs intervenant :  $\text{MnO}_4^- \text{aq} / \text{Mn}^{2+} \text{aq}$  et  $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2 \text{aq}$ . Le volume de solution de permanganate versé pour atteindre l'équivalence est  $V_E = 14,6 \text{ mL}$ . L'équation de la réaction de titrage est la suivante :



L'ion permanganate  $\text{MnO}_4^- \text{aq}$  donne une solution violette aux solutions qui le contiennent.

**Comment l'équivalence est-elle repérée au cours du titrage ?**

Avant l'équivalence, dans le becher, l'ion permanganate est en défaut et la solution est incolore.

Après l'équivalence, l'ion permanganate est en excès et la solution est violette.

L'équivalence est repérée par ce changement de teinte.

**Ecrire la relation entre la quantité initiale de peroxyde d'hydrogène se trouvant dans le becher  $n_0$  et la quantité d'ions permanganate  $n_{\text{eq}}$  introduits dans le becher à l'équivalence.**

D'après les coefficients de (2) :  $n_0 = 2,5 n_{\text{eq}}$ .

**Exprimer la concentration en peroxyde d'hydrogène en fonction de  $C_1$ ,  $V_0$  et  $V_E$ .**

$$n_0 = [\text{H}_2\text{O}_2 \text{aq}] V_0 ; n_{\text{eq}} = C_1 V_E ; n_0 = 2,5 n_{\text{eq}} \text{ d'où : } [\text{H}_2\text{O}_2 \text{aq}] = 2,5 C_1 V_E / V_0.$$

**Montrer que**  $[\text{H}_2\text{O}_2 \text{aq}] = 0,73 \text{ mol/L}$ .

$$[\text{H}_2\text{O}_2 \text{aq}] = 2,5 * 0,20 * 14,6 / 10,0 = 0,73 \text{ mol/L}.$$

**Comparer avec la valeur théorique et conclure.**

Ecart relatif :  $(0,8 - 0,73) / 0,8 \sim 0,09 \text{ (9\%)}$ .

Cette valeur est trop grande pour être expliquée uniquement par des erreurs de manipulation. L'eau oxygénée s'est en partie dismutée.