

## PROBLÈME II : EAU OXYGÉNÉE ET PROPULSION

Les parties **II.1.** à **II.3.** sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

Dans ce problème, une espèce chimique  $X$  est notée  $X_{(s)}$  si elle est solide,  $X_{(l)}$  si elle est liquide,  $X_{(g)}$  si elle est gazeuse et  $X_{(aq)}$  si elle est en solution aqueuse.

### II.1. Concentration d'une eau oxygénée

L'eau oxygénée, aussi appelée peroxyde d'hydrogène, a pour formule  $H_2O_2$ . C'est une espèce chimique soluble dans l'eau sous forme moléculaire : en solution aqueuse, on la note  $H_2O_{2(aq)}$ .

On donne les numéros atomiques  $Z$ , nombres de masse  $A$  et masses molaires  $M$  suivants :

- pour l'hydrogène H :  $Z_H = 1$ ,  $A_H = 1$ ,  $M_H = 1,01 \text{ g.mol}^{-1}$  ;
- pour l'oxygène O :  $Z_O = 8$ ,  $A_O = 16$ ,  $M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$ .

On donne également :

- masse du proton :  $m_p = 1,673.10^{-27} \text{ kg}$  ;
- masse du neutron :  $m_n = 1,675.10^{-27} \text{ kg}$  ;
- masse de l'électron :  $m_e = 9,109.10^{-31} \text{ kg}$  ;
- nombre d'Avogadro :  $N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$  ;
- volume molaire d'un gaz à  $20^\circ\text{C}$  et sous 1 bar :  $V_m = 24,4 \text{ L.mol}^{-1}$  ;
- masse volumique de l'eau liquide, supposée incompressible et indilatable :  
 $\mu_{\text{eau}} = 1,00.10^3 \text{ kg.m}^{-3}$ .

**II.1.a.** Donner, en justifiant, la composition précise (nombre et type de nucléons, nombre d'électrons) des atomes d'hydrogène et d'oxygène.

**II.1.b.** Écrire les configurations électroniques de ces deux atomes dans leurs états fondamentaux. Identifier leurs électrons de valence. En déduire les schémas de Lewis de l'hydrogène et de l'oxygène.

**II.1.c.** Déterminer les schémas de Lewis du dioxygène  $O_2$ , de l'eau  $H_2O$  et de l'eau oxygénée  $H_2O_2$ . Justifier, en prenant un exemple pour chaque atome, que les règles de l'octet et du duet sont vérifiées.

**II.1.d.** Déterminer les nombres d'oxydation de l'oxygène et de l'hydrogène dans le dioxygène  $O_2$ , dans l'eau  $H_2O$  et dans l'eau oxygénée  $H_2O_2$ . En déduire l'existence des couples oxydant-réducteur  $H_2O_2/H_2O$  et  $O_2/H_2O_2$ .

Les potentiels standard associés à ces couples sont, à  $25^\circ\text{C}$  :

- $E^\circ(O_{2(g)}/H_2O_{2(aq)}) = 0,68 \text{ V}$  ;
- $E^\circ(H_2O_{2(aq)}/H_2O_{(l)}) = 1,77 \text{ V}$ .

**II.1.e.** Écrire les deux demi-réactions d'oxydo-réduction des couples où intervient l'eau oxygénée. Montrer que l'eau oxygénée peut réagir selon la réaction suivante



**II.1.f.** Après avoir défini les termes « dismutation » et « médiamutation », indiquer si la réaction (3) prise dans le sens direct est une dismutation ou une médiamutation.

**II.1.g.** En justifiant qualitativement, prévoir si la réaction (3) sera thermodynamiquement favorisée dans le sens direct ou indirect.

Une solution pharmaceutique d'eau oxygénée contient 3 % en masse d'eau oxygénée ; sa densité est  $d = 1,04$ .

**II.1.h.** Exprimer et calculer numériquement la concentration  $C$ , en  $\text{mol.L}^{-1}$ , de cette solution pharmaceutique.

## **II.2. Décomposition de l'eau oxygénée**

On s'intéresse à la décomposition de l'eau oxygénée



Cette réaction est lente et sa loi de vitesse est d'ordre 1 par rapport à l'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Une étude expérimentale permet de déterminer sa constante cinétique à  $25^\circ\text{C}$  :  $k = 2,01 \cdot 10^{-3} \text{ SI}$ .

On note  $C(t)$  la concentration  $[\text{H}_2\text{O}_{2(\text{aq})}]$  en eau oxygénée à l'instant  $t$ .

À l'instant  $t = 0$ , la concentration en eau oxygénée est  $C_0 = C(t = 0) = 1,00 \cdot 10^3 \text{ mol.m}^{-3}$ .

**II.2.a.** Exprimer la vitesse de disparition de l'eau oxygénée en fonction de  $k$  et de  $C(t)$ . En déduire, par une analyse dimensionnelle, l'unité SI de  $k$ .

**II.2.b.** Déterminer l'équation différentielle à laquelle obéit la concentration  $C(t)$ .

**II.2.c.** En déduire la loi horaire  $C(t)$  donnant l'évolution de la concentration en fonction du temps.

**II.2.d.** Définir le temps de demi-réaction  $t_{1/2}$  de cette réaction. L'exprimer littéralement et faire l'application numérique.

**II.2.e.** Dans certaines notices, on lit qu'une eau oxygénée, en flacon jamais ouvert, est stable pendant douze mois. Commenter cette information.