

ÉVALUATION physik.fr	
CLASSE : Première	VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)
VOIE : ☒ Générale	ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒ Oui ☐ Non
Sujet 2024 n°SPEPHCH103 et n°SPEPHCH112	

Utilisation du peroxyde d'hydrogène dans un bain de bouche (10 points)

Le peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée), de formule brute H_2O_2 , fut découvert par le chimiste français Louis Jacques Thenard au début du 19^{ème} siècle. Il est utilisé dans de nombreux produits cosmétiques, dans la composition de bain de bouche pour blanchir les dents, ainsi que dans des produits pour éclaircir les cheveux ou pour blanchir les ongles.

En 2018, trois marques de produit pour blanchir les dents ont été retirées des magasins en Europe à cause d'une concentration trop élevée en peroxyde d'hydrogène. Une exposition à une trop grande concentration en peroxyde d'hydrogène peut provoquer d'une part une irritation de la bouche et d'autre part une sensibilité accrue des dents aux variations de température.

Des normes ont donc été établies pour limiter la concentration de peroxyde d'hydrogène dans les produits bucco dentaires vendus dans le commerce. Ces normes dépendent du pays de vente.

Nous allons étudier la composition d'un bain de bouche vendu sur internet qui contient du peroxyde d'hydrogène et ainsi déterminer si ce produit a toute légitimité ou non à être vendu dans le commerce.

Indications sur l'étiquette du bain de bouche étudié :

L'action moussante du peroxyde d'hydrogène vous procurera une bouche très propre.

Ce produit nettoie et rend les dents étincelantes.

Sans parabène, sulfate, phtalate, parfum et conservateur.

Ingrédients : Eau purifiée, peroxyde d'hydrogène, arôme naturel végétal, fluorure de sodium.

Données :

- Formule développée de la molécule de peroxyde d'hydrogène : $\text{H} - \text{O} - \text{O} - \text{H}$
- Électronégativité : hydrogène $\chi(\text{H}) = 2,2$; oxygène $\chi(\text{O}) = 3,2$.
- Numéros atomiques : élément hydrogène H : $Z = 1$; élément oxygène O : $Z = 8$.
- Configuration électronique à l'état fondamental de l'atome d'hydrogène H : $1s^1$ et de l'atome d'oxygène O : $1s^2 2s^2 2p^4$.

Structure et solubilité du peroxyde d'hydrogène

Sur l'étiquette du bain de bouche, nous pouvons remarquer que le peroxyde d'hydrogène se trouve en solution aqueuse.

1. Déterminer les électrons de valence de l'atome d'hydrogène et de l'atome d'oxygène à partir de leur configuration électronique à l'état fondamental.
2. Établir les schémas de Lewis de la molécule d'eau et de la molécule de peroxyde d'hydrogène.

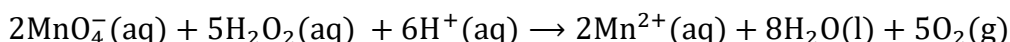
- Déterminer le caractère polaire de la liaison O-H.
- Représenter sur un schéma les interactions entre une molécule d'eau et une molécule de peroxyde d'hydrogène. Nommer ces interactions et justifier la miscibilité du peroxyde d'hydrogène dans l'eau.

Détermination de la concentration en peroxyde d'hydrogène

On souhaite déterminer la concentration en peroxyde d'hydrogène de la solution commerciale de bain de bouche vendue sur internet. La solution est incolore. Pour cela nous allons effectuer un titrage avec suivi colorimétrique.

Pour déterminer la concentration en quantité de matière C_1 en peroxyde d'hydrogène de la solution commerciale de bain de bouche on va étudier la transformation chimique modélisée par la réaction d'oxydoréduction qui prend place entre le peroxyde d'hydrogène $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ et les ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$.

Il s'agit d'une réaction d'oxydoréduction mettant en jeu les couples $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ et $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ dont l'équation est la suivante :

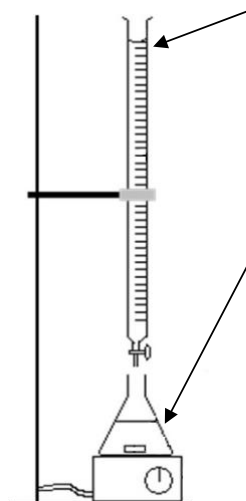


Une solution aqueuse contenant des ions permanganate $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$ est de couleur rose. En revanche, la présence des espèces $\text{Mn}^{2+}(\text{aq})$ ou $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ dans l'eau laissent la solution aqueuse incolore.

- Écrire les demi-équations électroniques associées aux couples $\text{O}_2(\text{g}) / \text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ et $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$.
- Retrouver l'équation de la réaction entre $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$ et $\text{MnO}_4^-(\text{aq})$, réaction support du titrage.

Dans un erlenmeyer, on verse un volume $V_1 = 5,0 \text{ mL}$ de la solution de bain de bouche de concentration C_1 en quantité de matière de peroxyde d'hydrogène. On y ajoute 50 mL d'eau distillée et 10 mL d'une solution d'acide sulfurique de concentration $1,0 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On verse ensuite, progressivement, une solution de permanganate de potassium de concentration en quantité de matière $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. L'équivalence est atteinte pour un volume versé de la solution de permanganate de potassium $V_{2,\text{eq}} = 14,7 \text{ mL}$.

- Légender le montage du titrage sur le **documentréponse en annexe** en indiquant le nom du matériel de laboratoire.
- Indiquer le nom du réactif limitant avant l'équivalence et celui du réactif limitant après l'équivalence.
- Indiquer et justifier le changement de couleur de la solution lors de l'équivalence.



Solution de permanganate de potassium

$$C_2 = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

$V_1 = 5,0 \text{ mL}$ de solution de bain de bouche de concentration C_1 inconnue en H_2O_2 , 50 mL d'eau distillée et 10 mL d'acide sulfurique.

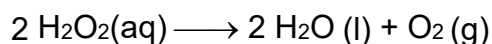
Schéma du montage du titrage

10. Démontrer que la relation à l'équivalence entre les volumes et les concentrations des solutions est : $2 C_1 \times V_1 = 5 C_2 \times V_{2,eq}$.

11. Calculer la valeur de la concentration C_1 en peroxyde d'hydrogène de la solution commerciale de bain de bouche.

Titre en volume de la solution commerciale

Le peroxyde d'hydrogène peut se dismuter (se décomposer) ; cette transformation peut être modélisée par l'équation de la réaction suivante :



C'est pourquoi les concentrations commerciales de peroxyde d'hydrogène sont généralement reliées à une grandeur appelée titre en volume.

En effet, par convention, le titre en volume correspond au volume en litre de dioxygène gazeux que peut dégager un litre de solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène lors de sa dismutation. On rappelle que dans les conditions normales de température et de pression le volume molaire du dioxygène $\text{O}_2(\text{g})$ est de $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Des normes ont été établies pour limiter la concentration de peroxyde d'hydrogène dans les produits vendus dans le commerce. Ces normes dépendent du pays de vente.

Titre maximal autorisé dans les produits cosmétiques (exprimé en volume) :

Type de produit	Titre maximal dans les préparations vendues dans le commerce en Europe	Titre maximal dans les préparations vendues dans le commerce aux États-Unis
Produits pour les cheveux	40 volumes	42 volumes
Produits pour la peau	13,3 volumes	10 volumes
Produits pour durcir les ongles	6,6 volumes	Non renseigné
Produits bucco-dentaires	0,3 volume	15,4 volumes

www.cir-safety.org

12. Montrer qu'un litre de solution commerciale de bain de bouche de concentration en peroxyde d'hydrogène $C_1 = 3,7 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ produit, lors de sa dismutation, une quantité de dioxygène O_2 environ égale à $1,9 \times 10^{-1} \text{ mol}$.

13. Déterminer le titre en volume de la solution de bain de bouche. Conclure sur la possibilité de vendre ce bain de bouche en Europe et aux États-Unis.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE

Document réponse : Question 7

