

Exercice 1. Contrôle d'une solution de nettoyage de lentilles de contact

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est le principe actif d'une solution de nettoyage de lentilles de contact de densité 1,0. Sur l'étiquette du flacon est écrit : « peroxyde d'hydrogène : 3 % (en masse) ». On souhaite vérifier cette information par titrage en mettant à profit la transformation totale et rapide entre le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 et les ions permanganate MnO_4^- qui peut être modélisée par une réaction d'oxydo-réduction.

Données : couples Redox : H_2O_2/H_2O $O_{2(g)}/H_2O_2$ MnO_4^-/Mn^{2+}

masses molaires : hydrogène (H) : $1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ oxygène (O) : $16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Choisir les couples Redox en jeu lors du titrage parmi ceux proposés dans les données et écrire l'équation de la réaction en milieu acide.

De toutes les espèces chimiques en jeu dans cette réaction, seul MnO_4^- est responsable d'une coloration en solution aqueuse (coloration violette).

Le protocole du titrage est le suivant :

- introduire dans un erlenmeyer 10,0 mL de solution de nettoyage diluée 10 fois et 4 mL d'acide sulfurique
 - remplir une burette graduée de solution titrante de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) de concentration $25,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$
 - verser la solution titrante dans l'erlenmeyer jusqu'au changement de coloration obtenu à 13,6 mL
2. Faire un schéma complet et légendé du titrage.
 3. Pourquoi rajouter de l'acide sulfurique dans l'erlenmeyer ?
 4. Quel changement de coloration observe-t-on à l'équivalence ?
 5. Déterminer la quantité de matière initiale de peroxyde d'hydrogène dans le volume titré.
 6. La solution de nettoyage est-elle conforme à l'indication de l'étiquette ?

Correction :

Exercice 1 :

Exercice. Contrôle d'une solution de nettoyage de lentilles de contact

Le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 est le principe actif d'une solution de nettoyage de lentilles de contact de densité 1,0. Sur l'étiquette du flacon est écrit : « peroxyde d'hydrogène : 3 % (en masse) ». On souhaite vérifier cette information par titrage en mettant à profit la transformation totale et rapide entre le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 et les ions permanganate MnO_4^- qui peut être modélisée par une réaction d'oxydo-réduction.

Données : couples Redox : H_2O_2/H_2O $O_{2(g)}/H_2O_2$ MnO_4^-/Mn^{2+}
masses molaires : hydrogène (H) : $1,0 \text{ g.mol}^{-1}$ oxygène (O) : $16,0 \text{ g.mol}^{-1}$

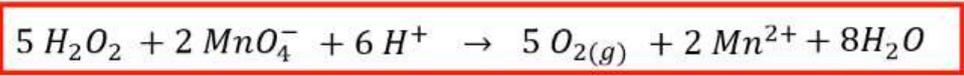
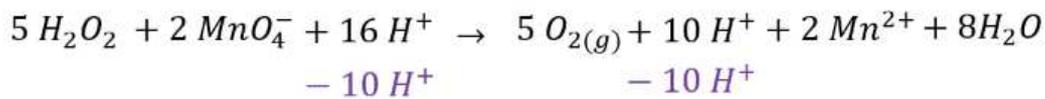
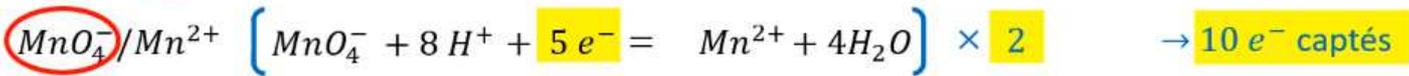
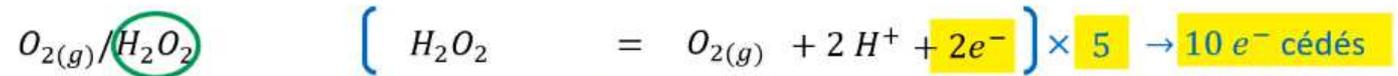
titrer une espèce chimique en solution :
déterminer sa concentration à l'aide d'une réaction entre l'espèce à titrer et une espèce titrante et mélangées dans les proportions stœchiométriques (situation appelée l'équivalence du titrage).

1. Choisir les couples Redox en jeu lors du titrage parmi ceux proposés dans les données et écrire l'équation de la réaction en milieu acide.
- De toutes les espèces chimiques en jeu dans cette réaction, seul MnO_4^- est responsable d'une coloration en solution aqueuse (coloration violette).

1. Choisir les couples *Redox* en jeu lors du titrage parmi ceux proposés dans les données et écrire l'équation de la réaction en milieu acide.

Données : couples *Redox* : H_2O_2/H_2O $O_{2(g)}/H_2O_2$ MnO_4^-/Mn^{2+}

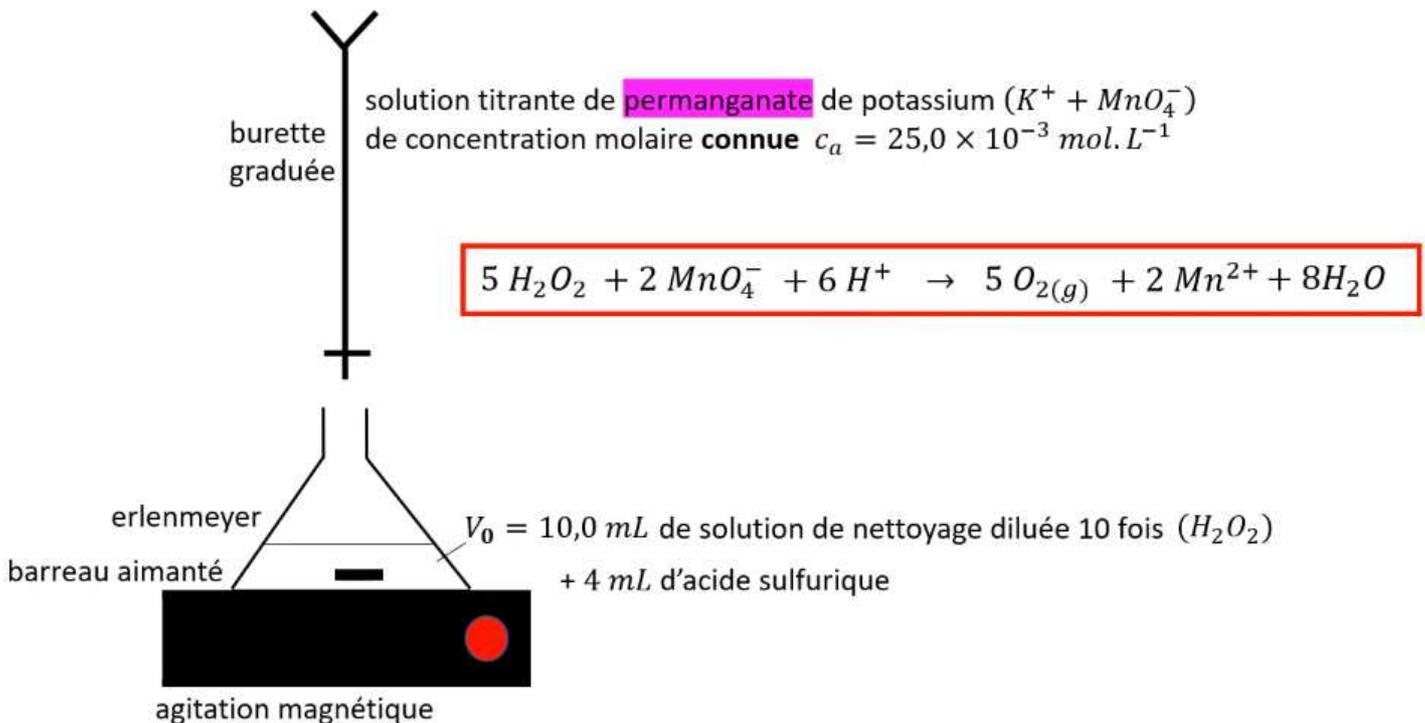
... transformation entre le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 et les ions permanganate MnO_4^-



2. Faire un schéma complet et légendé du titrage.

3. Pourquoi rajouter de l'acide sulfurique dans l'erlenmeyer ?

- introduire dans un erlenmeyer 10,0 mL de solution de nettoyage diluée 10 fois et **une goutte d'acide sulfurique**
- remplir une burette graduée de solution titrante de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) de concentration $25,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$



4. Quel changement de coloration observe-t-on à l'équivalence ?

➤ verser la solution titrante dans l'erlenmeyer jusqu'au changement de coloration obtenu à 13,6 mL

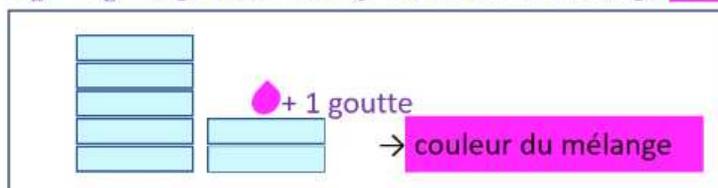
...De toutes les espèces chimiques en jeu dans cette réaction, seul MnO_4^- est responsable d'une coloration en solution aqueuse (coloration violette).

solution titrante de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$)
de concentration molaire connue $c_a = 25,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

$V_a < V_E$: MnO_4^- limitant → mélange incolore

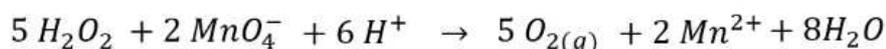
→ $V_a = V_E = 13,6 \text{ mL}$ H_2O_2 et MnO_4^- mélangés dans les proportions stœchiométriques

$V_a = V_E + 1 \text{ goutte}$: MnO_4^- en excès → mélange violet



$V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de nettoyage diluée 10 fois (H_2O_2)
+ 4 mL d'acide sulfurique

5. Déterminer la quantité de matière initiale de peroxyde d'hydrogène dans le volume titré.



solution titrante de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$)
de concentration molaire connue $c_a = 25,0 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

→ $V_a = V_E = 13,6 \text{ mL}$ H_2O_2 et MnO_4^- mélangés dans les proportions stœchiométriques

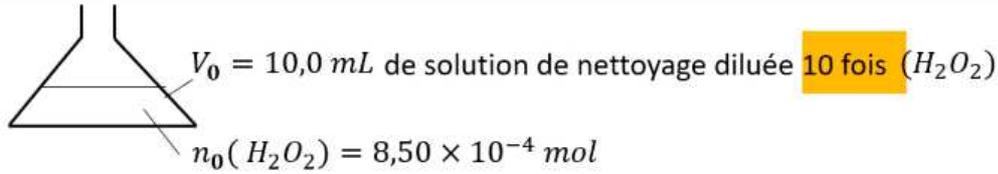
$$\begin{aligned} \text{dans } V_0 & \quad \uparrow \\ \frac{n_0(H_2O_2)}{n_E(MnO_4^-)} &= \frac{5}{2} \quad \rightarrow \quad n_0(H_2O_2) = \frac{5}{2} \times n_E(MnO_4^-) = \frac{5}{2} \times (1 \times c_a) \times V_E \\ & \quad \downarrow \text{dans } V_E & \quad \text{mol.L}^{-1} \quad L \\ & = \frac{5 \times 25,0 \times 10^{-3} \times 13,6 \times 10^{-3}}{2} = 8,50 \times 10^{-4} \text{ mol} \end{aligned}$$

$V_0 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de nettoyage diluée 10 fois
+ 4 mL d'acide sulfurique (H_2O_2)

6. La solution de nettoyage est-elle conforme à l'indication de l'étiquette ?

... solution de nettoyage de lentilles de contact de densité 1,0.

Sur l'étiquette du flacon est écrit : « peroxyde d'hydrogène : 3 % (en masse) ».



$$C_{0,\text{dilué}}(\text{H}_2\text{O}_2) = \frac{n_0(\text{H}_2\text{O}_2)}{V_0} = \frac{8,50 \times 10^{-4} \text{ mol}}{10,0 \times 10^{-3} \text{ L}} = 8,50 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_0(\text{H}_2\text{O}_2) = 10 \times C_{0,\text{dilué}}(\text{H}_2\text{O}_2) = 10 \times 8,50 \times 10^{-2} = 8,50 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$C_{m,0}(\text{H}_2\text{O}_2) = C_0(\text{H}_2\text{O}_2) \times M(\text{H}_2\text{O}_2) = 8,50 \times 10^{-1} \times 34,0 = 28,9 \text{ g.L}^{-1}$$

$$M(\text{H}_2\text{O}_2) = 2 \times M(\text{H}) + 2 \times M(\text{O}) = 2 \times 1,0 + 2 \times 16,0 = 34,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

→ 1 litre de solution contient 28,9 g de H_2O_2

densité de 1,0 → 1 litre de solution pèse 1,0 kg (1000 g)

→ dans 1000 g de solution : 28,9 g de H_2O_2

$$\rightarrow \frac{28,9}{1000} \times 100 = 2,89 \% \text{ de } \text{H}_2\text{O}_2 \approx 3 \%$$

→ conforme avec l'étiquette !