

DM n°5 : Titrages

Exercice 1 : Un antiseptique : l'eau oxygénée (Exercice classique)

1. Titrage du peroxyde d'hydrogène par les ions permanganate

1.1. Montage expérimental :

Solution titrante = solution de permanganate de potassium à $C_0 = 5,00 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

Solution titrée = solution S' de volume $V' = 20,0$ mL

1.2. On a : $\text{MnO}_4^- (\text{aq}) + 8 \text{H}^+ (\text{aq}) + 5 \text{e}^- = \text{Mn}^{2+} (\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$

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

1.3. L'équivalence est obtenue lorsque les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques. On a

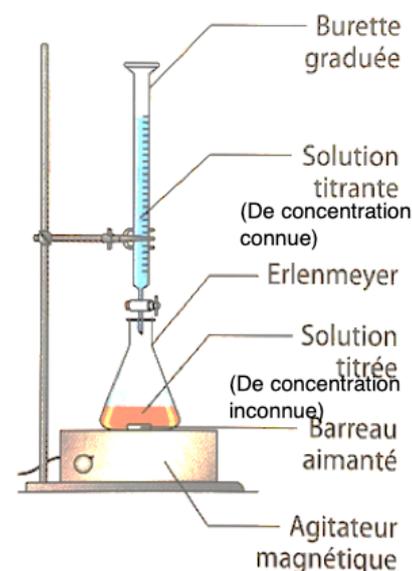
$$\text{donc : } \frac{n_0}{2} = \frac{n'}{5}$$

1.4. Seuls les ions permanganate sont colorés donc on repère l'équivalence par l'apparition de la couleur rose de la solution.

1.5. On a donc : $\frac{C_0 \times V_{\text{éq}}}{2} = \frac{C' \times V'}{5} \rightarrow C' = \frac{C_0 \times V_{\text{éq}}}{2} \times \frac{5}{V'} = \frac{5,00 \cdot 10^{-2} \times 13,8 \times 5}{2 \times 20,0} = 0,0862$ mol/L

1.6. La solution commerciale S est 10 fois plus concentrée : $C = 0,862$ mol/L

On a donc $0,828 \text{ mol/L} \leq C \leq 0,896 \text{ mol/L}$



2. Conformité de la solution avec les indications de l'étiquette

2.1. On a $C_{m \text{ étiquette}} = \frac{m}{V} = \frac{3,000}{0,100} = 30 \text{ g/L}$

Soit $C_{\text{étiquette}} = \frac{C_{m \text{ étiquette}}}{M} = \frac{30}{34} = 0,88 \text{ mol/L}$

2.2. Les indications de l'étiquette correspondent à la solution commerciale analysée car l'encadrement trouvé contient la valeur $C_{\text{étiquette}}$.

3. Efficacité d'une bouteille d'eau oxygénée ouverte depuis plusieurs mois

Avec la nouvelle valeur du volume équivalent, (et sans oublier que la solution n'est pas diluée) on

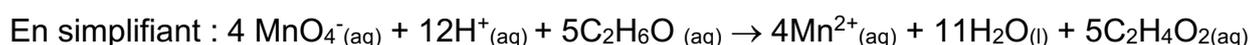
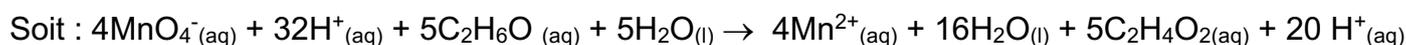
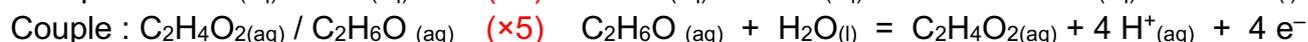
$$a : C = \frac{C_0 \times V_{\text{éq}}}{2} \times \frac{5}{V'} = \frac{5,00 \cdot 10^{-2} \times 4,32 \times 5}{2 \times 20,0} = 0,027 \text{ mol/L}$$

Calculons le titre correspondant : $T = \frac{C \times V_m}{2} = \frac{0,027 \times 22,4}{2} = 0,30$ volumes.

$T < 0,5$ volume donc la solution contenue dans cette bouteille n'est plus efficace.

Exercice n°2 : Détermination du degré alcoolique d'un vin d'épines

1. Étude de l'étape 1



1.2. Tableau d'avancement

Équation de la réaction	$5 \text{C}_2\text{H}_6\text{O}_{(\text{aq})} + 4 \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})} + 12 \text{H}^+_{(\text{aq})} \rightarrow 5 \text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2_{(\text{aq})} + 4 \text{Mn}^{2+}_{(\text{aq})} + 11 \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$					
État Initial	n_0	n_1	X	0	0	X
État intermédiaire	$n_0 - 5x$	$n_1 - 4x$	X	5x	4x	X
État final	$n_0 - 5x_f = 0$	$n_1 - 4x_f$	X	5x _f	4x _f	X

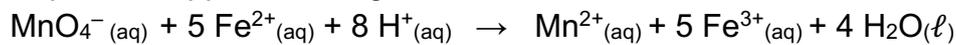
1.3. L'ion permanganate est en excès donc le réactif limitant est l'éthanol alors $n_0 - 5x_f = 0$ ainsi $x_f = n_0/5$

$$n(\text{MnO}_4^-)_{\text{restant}} = n_1 - 4x_f = n_1 - 4 \frac{n_0}{5}$$

De plus $n_1 = C_1 \cdot V_1$, On retrouve bien que $n(\text{MnO}_4^-)_{\text{restant}} = C_1 \cdot V_1 - \frac{4}{5} \cdot n_0$.

2. Étude de l'étape 2

2.1. D'après l'équation support de titrage :



À l'équivalence, on a $\frac{n_i(\text{MnO}_4^-)}{1} = \frac{n_{eq}(\text{Fe}^{2+})}{5}$.

2.2. On nous donne : $n_{\text{éthanol}} = 250 \times (\frac{5}{4} \times c_1 \times V_1 - \frac{1}{4} \times c_2 \times V_{2\text{éq}})$.

Pour déterminer le degré d'alcool on veut le volume d'éthanol pur contenu dans 100 mL de vin d'épines.

Or on peut calculer la quantité de matière contenue dans 100 mL de vin d'épines :

$$n_2 = 2 n_{\text{éthanol}} = 0,2525 \text{ mol}$$

$$\text{On a } \rho_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{V_{\text{éthanol}}} \rightarrow V_{\text{éthanol}} = \frac{m_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{éthanol}}}$$

$$\text{Or } n_2 = \frac{m_{\text{éthanol}}}{M_{\text{éthanol}}}$$

Ainsi : $V_{\text{éthanol}} = \frac{n_2 \times M_{\text{éthanol}}}{\rho_{\text{éthanol}}} = \frac{0,2525 \times 46}{0,79} = 15 \text{ mL}$. Le degré d'alcool est conforme à celui annoncé soit 15°.