

Bac S 2017 Métropole
EXERCICE III – ELIMINER LE TARTRE

1. Détermination de la concentration en acide chlorhydrique d'un détartrant commercial

1.1. Pour cette question, **revoyez le formulaire sur le titre des solutions sur le site.**

On a la formule :
$$t = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}} = \frac{c \times M}{\rho}$$

Le titre annoncé est de 9% donc $t=0,09$

La formule s'écrit : $c_a = \frac{t \times \rho}{M}$

A.N : La formule s'écrit : $c_a = \frac{0,09 \times 1040}{36,5} = 2,6 \text{ mol.L}^{-1}$

En conservant deux chiffres significatifs.

1.2. Couples mis en jeu : $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ et $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$

1.3. À l'équivalence du titrage, les réactifs sont mélangés dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$

donc :
$$\frac{n_a(\text{H}_3\text{O}^+)}{1} = \frac{n_{bE}(\text{HO}^-)}{1}$$

soit $c_a V_a = c_b V_E$

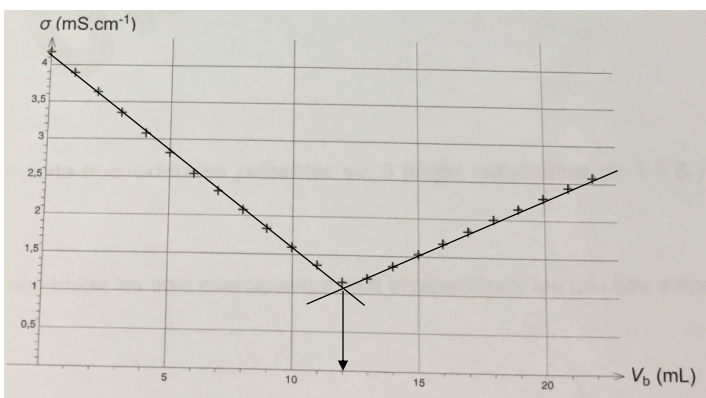
d'où $V_E = \frac{c_a V_a}{c_b}$

$V_E = \frac{2,6 \times 10,0}{1,0 \times 10^{-1}} = 260 \text{ mL} = 2,6 \times 10^2 \text{ mL}$ en conservant les volumes en mL.

On a bien V_E supérieur à 25,0 mL.

1.4. Les élèves ont dilué la solution commerciale. En diluant la solution, la concentration c_a diminue et comme V_a et c_b sont inchangés alors dans la formule $V_E = \frac{c_a V_a}{c_b}$ on constate que V_E diminue.

1.5. Le point équivalence du titrage est l'intersection des deux segments de droite. Graphiquement on lit $V_E = 12,0 \text{ mL}$



À l'équivalence du titrage on a :
$$\frac{n_a(\text{H}_3\text{O}^+)}{1} = \frac{n_{bE}(\text{HO}^-)}{1}$$

$c_s \cdot V_s = c_b \cdot V_E$ d'où $c_s = \frac{c_b \cdot V_E}{V_s}$

$c_s = \frac{1,0 \times 10^{-1} \times 12,0}{10,0} = 0,12 \text{ mol.L}^{-1}$

La solution commerciale ayant été diluée 20 fois on a :

$c'_a = 20 c_s$

soit $c'_a = 20 \times 0,12 = 2,4 \text{ mol.L}^{-1}$

Soit un écart relatif de : $\frac{2,56 - 2,4}{2,56} = 6,3 \%$

Le résultat est donc compatible avec l'indication de l'étiquette du détartrant, l'écart peut être dû à une détermination imprécise du volume équivalent.

2. Utilisation domestique du détartrant commercial

2.1. Volume de tartre : $V_{\text{tartre}} = e_{\text{tartre}} \cdot S_{\text{tartre}}$

Avec $S_{\text{tartre}} = 2\pi R^2 + 2\pi \cdot R \cdot h$

Or $R = h = 40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m}$ donc $S_{\text{tartre}} = 4\pi \cdot R^2$ d'où $V_{\text{tartre}} = 4\pi R^2 \cdot e_{\text{tartre}}$

Avec $e_{\text{tartre}} = 10 \mu\text{m} = 10 \times 10^{-6} \text{ m}$ on a :

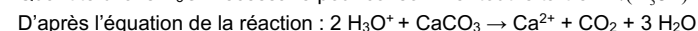
$V_{\text{tartre}} = 4\pi \times (0,40)^2 \times 10 \times 10^{-6} = 2,0 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

2.2. Le flacon est suffisant pour détartrer totalement le tambour si la quantité d'ions H_3O^+ qu'il contient suffit à consommer tout le carbonate de calcium.

Quantité d'ions H_3O^+ dans le flacon : $n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{flacon}} = c \cdot V_{\text{flacon}}$

$n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{flacon}} = 2,4 \times 0,750 = 1,8 \text{ mol}$

Quantité d'ions H_3O^+ nécessaire pour consommer tout le tartre : $n(\text{H}_3\text{O}^+) = ?$



on a : $\frac{n(\text{H}_3\text{O}^+)}{2} = n(\text{CaCO}_3)$

soit $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2n(\text{CaCO}_3) = 2 \frac{m(\text{CaCO}_3)}{M(\text{CaCO}_3)}$

Or $m(\text{CaCO}_3) = \rho \cdot V_{\text{tartre}}$ donc $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \frac{\rho \cdot V_{\text{tartre}}}{M(\text{CaCO}_3)}$

Soit $n(\text{H}_3\text{O}^+) = 2 \times \frac{2,65 \times 10^6 \times 2,0 \times 10^{-5}}{100,1} = 1,1 \text{ mol}$

Comme $n(\text{H}_3\text{O}^+)_{\text{flacon}} > n(\text{H}_3\text{O}^+)$, le flacon est suffisant pour détartrer totalement tout le tambour.