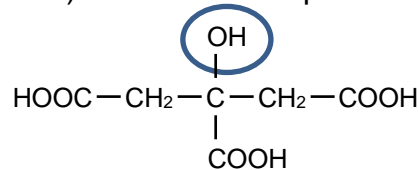


EXERCICE I : À PROPOS DE L'ACIDE CITRIQUE (5,5 POINTS)

1. La molécule d'acide citrique

1.1. Le groupe hydroxyle (entouré) est caractéristique de la fonction alcool.



1.2. Les trois groupes caractéristiques carboxyle COOH sont responsables de l'acidité de l'acide citrique. En effet chaque groupe COOH peut céder un proton H^+ , et il y a trois groupes carboxyle, donc la possibilité de libérer trois protons : l'acide citrique est un triacide.

2. L'acide tartrique, un détartrant

2.1.1. On effectue un titrage pH-métrique de l'acide citrique par une solution d'hydroxyde de sodium $c_b = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume à l'équivalence est déterminé grâce à la courbe : il correspond à l'abscisse du point d'ordonnée maximale de la dérivée $\text{dpH}/\text{dv} = f(v)$ (on peut utiliser la méthode des tangentes).

On lit $V_{\text{éq}} = 31,0 \text{ mL}$.

À l'équivalence les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques, d'après

l'équation de la réaction support du titrage, on a : $\frac{n_{(\text{Na}^+ + \text{HO}^-)}}{3} = \frac{n_{\text{acide}}}{1}$

Soit $\frac{C_B \cdot V_{\text{éq}}}{3} = \frac{C_A \cdot V_A}{1}$ où C_B est la concentration molaire de la solution d'hydroxyde de sodium et

C_A est la concentration recherchée en acide citrique.

$$C_A = \frac{C_B \cdot V_{\text{éq}}}{3V_A}$$

$$C_A = \frac{1,00 \times 10^{-1} \times 31,0}{3 \times 10,0} = \mathbf{0,103 \text{ mol.L}^{-1}} \text{ d'acide citrique (valeur non arrondie stockée en mémoire)}$$

2.1.2. Pourcentage en masse : $p = \frac{m_A}{m_{\text{sachet}}}$ où m_A est la masse d'acide dans le sachet qui a été

dissoute dans $V = 2,00 \text{ L}$ d'eau.

$$C_A = \frac{n_A}{V} = \frac{m_A}{M \cdot V} \text{ donc } m_A = C_A \cdot V \cdot M$$

$$p = \frac{C_A \cdot V \cdot M}{m_{\text{sachet}}}$$

$$p = \frac{0,103 \times 2,00 \times 192}{40,0} = 0,992 = \mathbf{99,2\%}$$

avec C_A non arrondie

2.1.3. Notons l'incertitude $\Delta p = U(p)$

U pour uncertainty

L'incertitude relative a pour expression : $\frac{U(p)}{p} = \sqrt{\left(\frac{U(C_B)}{C_B}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{\text{éq}})}{V_{\text{éq}}}\right)^2 + \left(\frac{U(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U(V)}{V}\right)^2}$

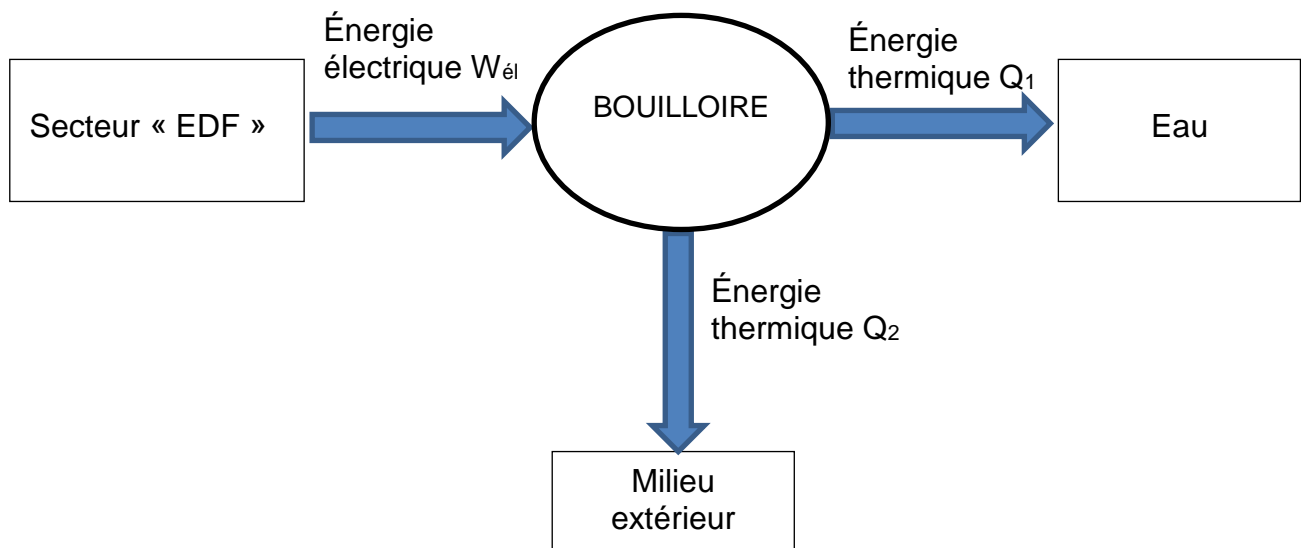
$$\frac{U(p)}{p} = \sqrt{\left(\frac{0,02 \times 10^{-1}}{1,00 \times 10^{-1}}\right)^2 + (0,01)^2 + (0,005)^2 + (0,005)^2}$$

$$\frac{U(p)}{p} = 0,02 \quad \text{donc } U(p) = p \times 0,02 = 99,2 \times 0,02 = 2 \%$$

Le sachet indique 100% d'acide citrique ce qui est cohérent avec $p = 99,2 \pm 2 \%$

2.2.1. La température est un facteur cinétique, le fait de chauffer la solution va permettre diminuer la durée de réaction. Le détartrage sera plus rapide.

2.2.2.



Le rendement est défini par $\eta = \frac{E_{\text{utile}}}{E_{\text{dépensée}}}$

$$\text{Ici } \eta = \frac{Q_1}{W_{\text{él}}} = \frac{m.c.\Delta\theta}{P.\Delta t} = \frac{\rho.V.c.\Delta\theta}{P.\Delta t}$$

$$\eta = \frac{1,0 \times 0,40 \times 4,2 \times 10^3 \times (85 - 18)}{1500 \times (60 + 20)} = 0,94 = \mathbf{94 \%}$$

Les bouilloires électriques ont de très bons rendements.