

I Titrage d'un acide fort par une base forte

Crimée, 1854. Désireux de mettre fin au siège de Sébastopol, le colonel Moutarde veut asperger l'ennemi d'acide. Il demande donc à son aide de camp, l'adjudant Vinaigre-Balsamique, de vérifier l'état des stocks.

L'adjudant dispose d'une solution d'acide chlorhydrique étiquetée « 37% en masse ». Il commence par mesurer sa densité : il trouve $d = 1,17$. Il réalise ensuite une solution diluée cinquante fois, dont il titre $V_1 = 10,0$ mL par une solution de soude de concentration $c_B = 0,200$ mol.L⁻¹, en ajoutant $V_{\text{eau}} = 50$ mL d'eau. Il obtient la courbe de titrage pH-métrique ci-contre.

1. Rédiger le protocole expérimental de mesure de la densité de la solution-mère.
2. Expliquer pourquoi l'adjudant a dilué cinquante fois la solution pour en faire le titrage.
3. Déterminer le pourcentage massique issu de l'expérience. Commenter.
4. On va ci-après établir l'équation théorique d'une telle courbe de titrage. On notera V le volume de solution titrante versé, c_1 la concentration de la solution titrée, K_E le produit ionique de l'eau.
 - a. Écrire l'équation de la réaction de titrage, que l'on considérera non comme une réaction totale, mais comme un équilibre.
 - b. Exprimer $[\text{HO}^-]$ en fonction des concentrations, des volumes, de K_E et de $[\text{H}_3\text{O}^+]$.
 - c. En déduire que $[\text{H}_3\text{O}^+]$ vérifie $[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + b[\text{H}_3\text{O}^+] - K_E = 0$, avec $b = \frac{c_B V - c_1 V_1}{V_1 + V_{\text{eau}} + V}$.
 - d. Tracer (de préférence avec un tableur dont on fournira le fichier) la courbe de titrage dans le cas où $c_1 = 0,237$ mol.L⁻¹ et $V_{\text{eau}} = 100$ mL, les autres valeurs étant inchangées par rapport à ci-dessus.