

Corrigé et barème – Titrages suivis par pH-métrie et conductimétrie

Constitution et transformations de la matière — analyser un système par des méthodes physiques (conductimétrie, loi de Kohlrausch, absorbance) et chimiques (titrages suivis par pH-métrie, conductimétrie et colorimétrie)

Durée : 180 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie Terminale

Exercice 1 – Contrôle d'un comprimé d'aspirine (7 points)

(7 pts)

- $\text{AH} + \text{HO}^- \rightarrow \text{A}^- + \text{H}_2\text{O}$ (réaction totale, mole à mole). (1,16667)
- V_E est l'abscisse du maximum de dpH/dV (point d'inflexion du saut) : maximum $11,6 \text{ mL}^{-1}$ atteint pour $V = 23,4 \text{ mL}$, donc $V_E = 23,4 \text{ mL}$. (1,16667)
- $C_A = \frac{C_B V_E}{V_A} = \frac{2,40 \times 10^{-2} \times 23,4}{50,0} = 1,12 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$; $n = 1,123 \times 10^{-2} \times 0,2500 = 2,81 \times 10^{-3} \text{ mol}$; $m = 2,81 \times 10^{-3} \times 180,2 = 0,506 \text{ g} = 506 \text{ mg}$. (1,16667)
- Écart relatif : $\frac{506-500}{500} = 1,2 \%$. (1,16667)
- $11,7 \text{ mL} = V_E/2$: $n(\text{AH}) = n(\text{A}^-)$, donc $[\text{AH}] = [\text{A}^-]$ et $\text{pH} = \text{pK}_a + \log 1 = \text{pK}_a$; $\text{pK}_a = 3,5$. (1,16667)
- $\text{pH}_E = 7,7 \in [7,2 ; 8,8]$: rouge de crésol. Le BBT (jusqu'à 7,6) et la phénolphthaléine (dès 8,2) ne contiennent pas 7,7. (1,16667)

Erreur fréquente — Un acide faible titré par la soude donne $\text{pH}_E > 7$: on choisit l'indicateur d'après pH_E lu sur la courbe, jamais d'après le pK_a ni d'après la valeur 7.

Exercice 2 – Titrage conductimétrique de l'ion éthanoate (7 points)

(7 pts)

- $\text{CH}_3\text{COO}^- + \text{H}_3\text{O}^+ \rightarrow \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (base faible + acide fort : réaction totale). (1,16667)
- Avant : CH_3COO^- consommé, Cl^- apporté (H_3O^+ versé aussitôt consommé). Après : H_3O^+ et Cl^- s'accumulent. Na^+ est spectateur tout au long du titrage. (1,16667)
- Avant : pente $\propto \lambda(\text{Cl}^-) - \lambda(\text{CH}_3\text{COO}^-) = 7,63 - 4,09 = +3,54$ (faible hausse). Après : $\propto 35,0 + 7,63 = 42,63$ (forte hausse). Rapport théorique $42,63 / 3,54 \approx 12,0$; mesuré $12,8 / 1,06 \approx 12,1$: cohérent. (1,16667)
- $45,0 + 1,06 \text{ V} = -148,5 + 12,8 \text{ V} \Rightarrow 193,5 = 11,74 \text{ V} \Rightarrow V_E = 16,5 \text{ mL}$; $C = \frac{C_A V_E}{V} = \frac{6,00 \times 10^{-2} \times 16,5}{30,0} = 3,30 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. (1,16667)
- Dans le bécher (200 mL) : $[\text{Na}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = \frac{3,30 \times 10^{-2} \times 30,0}{200} = 4,95 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} = 4,95 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-3}$; $\sigma_0 = (5,01 + 4,09) \times 4,95 = 45,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$: cohérent. (1,16667)
- Le volume initial (200 mL) est grand devant le volume versé : la dilution est négligeable et les portions de courbe sont des droites. (1,16667)

Le point clé — Une pente conductimétrique se justifie toujours par la différence entre le λ de l'ion apporté et celui de l'ion consommé, spectateurs mis à part.

Exercice 3 – Un déboucheur conforme à son étiquette ? (6 points) (6 pts)

- a) $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^- \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. À l'équivalence, il ne reste que Na^+ , Cl^- et l'eau : $\text{pH}_E = 7$ à 25°C . Bleu de bromothymol (6,0 – 7,6) : la solution, bleue au départ (milieu basique), devient verte à l'équivalence (teinte sensible), puis jaune avec un excès d'acide. (1,2)
- b) 1 L de produit a une masse de 1 220 g, dont 20 % de NaOH : 244 g, soit $n = 244 / 40,0 = 6,10 \text{ mol}$.
Donc $C = 6,10 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. (1,2)
- c) $C = \frac{C_A V_E}{V_B} = \frac{4,50 \times 10^{-2} \times 13,8}{10,0} = 6,21 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$; $C_0 = 100 \times 6,21 \times 10^{-2} = 6,21 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. (1,2)
- d) $\frac{u(C_0)}{C_0} = \sqrt{\left(\frac{0,10}{13,8}\right)^2 + \left(\frac{0,04}{4,50}\right)^2 + \left(\frac{0,02}{10,0}\right)^2} + 0,003 = \sqrt{1,45 \times 10^{-4}} = 1,20 \times 10^{-2}$; $u(C_0) = 6,21 \times 0,0120 \approx 0,075 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. (1,2)
- e) $z = \frac{|6,21 - 6,10|}{0,075} \approx 1,5 \leq 2$: la concentration mesurée est compatible avec l'étiquette. (1,2)

À retenir — Chaque grandeur mesurée apporte son incertitude relative, dilution comprise : on les compose par racine de la somme des carrés, puis on conclut avec $z \leq 2$.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).