

Devoir surveillé – 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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

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

Un comprimé d'aspirine (acide acétylsalicylique, noté AH, $M = 180,2 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$) porte l'indication « 500 mg ». On le dissout dans une fiole jaugée de 250,0 mL (solution S). On titre $V_A = 50,0 \text{ mL}$ de S par la soude à $C_B = 2,40 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, avec suivi pH-métrique. Un tableur fournit la dérivée autour du saut de pH :

V (mL)	22,6	23,0	23,4	23,8	24,2
dpH/dV (mL ⁻¹)	0,9	3,2	11,6	3,0	0,8

Le pH à l'équivalence vaut 7,7 ; pour $V = 11,7 \text{ mL}$, on lit $\text{pH} = 3,5$. Zones de virage : bleu de bromothymol 6,0 – 7,6 ; rouge de crésol 7,2 – 8,8 ; phénolphthaléine 8,2 – 10,0.

- a) (1 pt) Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- a) (1 pt) Déterminer le volume équivalent V_E en justifiant la méthode utilisée.
- b) (1,5 pt) Calculer la concentration C_A de la solution S, puis la masse d'aspirine contenue dans le comprimé.
- c) (1 pt) Calculer l'écart relatif entre cette masse et la valeur annoncée.
- d) (1,5 pt) Montrer que le pH lu pour $V = 11,7 \text{ mL}$ permet d'obtenir le pK_a du couple AH/A⁻ ; donner sa valeur.
- e) (1 pt) Choisir, parmi les indicateurs proposés, celui qui convient pour un titrage colorimétrique, en justifiant l'élimination des deux autres.

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

On titre $V = 30,0$ mL d'une solution d'éthanolate de sodium ($\text{Na}^+ + \text{CH}_3\text{COO}^-$) de concentration C inconnue, placés dans un bécher avec 170 mL d'eau, par l'acide chlorhydrique à $C_A = 6,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Les deux portions linéaires de la courbe $\sigma = f(V_{\text{versé}})$ sont modélisées par $\sigma_1 = 45,0 + 1,06 V$ et $\sigma_2 = -148,5 + 12,8 V$ (σ en $\text{mS} \cdot \text{m}^{-1}$, V en mL).

Ion	H_3O^+	Na^+	Cl^-	CH_3COO^-
λ ($\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$)	35,0	5,01	7,63	4,09

$\text{pK}_a(\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{COO}^-) = 4,8$.

a) (1 pt) Écrire l'équation de la réaction support.

- (1,5 pt) Préciser les ions dont la quantité varie avant puis après l'équivalence, ainsi que les ions spectateurs.
- (1,5 pt) Justifier le signe des deux pentes, puis montrer que leur rapport est cohérent avec la loi de Kohlrausch.
- (1,5 pt) Déterminer le volume équivalent, puis la concentration C .
- (1 pt) Montrer que la conductivité initiale $\sigma_0 = 45,0 \text{ mS} \cdot \text{m}^{-1}$ est cohérente avec la valeur de C trouvée.
- (0,5 pt) Expliquer le rôle des 170 mL d'eau ajoutés.

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

Un déboucheur contient de l'hydroxyde de sodium ; l'étiquette indique : « 20 % en masse de NaOH, densité 1,22 ». On dilue le produit 100 fois (incertitude relative liée à la dilution : 0,3 %), puis on titre $V_B = 10,0$ mL de solution diluée par l'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 4,50 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, avec $u(C_A) = 0,04 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, en présence d'un indicateur coloré. On obtient $V_E = 13,8$ mL avec $u(V_E) = 0,10$ mL ; $u(V_B) = 0,02$ mL. $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Indicateurs : hélianthine 3,1 – 4,4 (rouge / jaune) ; bleu de bromothymol 6,0 – 7,6 (jaune / bleu, vert dans la zone) ; phénolphthaléine 8,2 – 10,0 (incolore / rose).

a) (1,5 pt) Écrire l'équation de la réaction support, justifier la valeur du pH à l'équivalence, choisir l'indicateur et décrire le changement de couleur observé.

- (1 pt) Montrer que la concentration en hydroxyde de sodium annoncée par l'étiquette vaut environ $6,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
- (1 pt) Calculer la concentration de la solution diluée, puis la concentration C_0 du déboucheur.
- (1,5 pt) Calculer l'incertitude-type $u(C_0)$.
- (1 pt) Calculer l'écart normalisé avec la valeur de l'étiquette et conclure.

Bon courage !