

TERMINALE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · CONSTITUTION ET TRANSFORMATIONS DE LA MATIÈRE · CHAPITRE 3



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Titrages

Équivalence et relation stœchiométrique, solution commerciale et dilution, suivis pH-métrie et conductimétrie

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 4 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Les quatre exercices sont indépendants. Toute réponse est justifiée; toute expression littérale est établie avant l'application numérique; les résultats sont donnés avec leur unité et un nombre de chiffres significatifs adapté.

Exercice 1 Questions de cours

5 pts ●○○

- 1.1** Définir l'équivalence d'un titrage direct. Pour une réaction support d'équation $a A + b B \longrightarrow$ produits, où A est le réactif titré et B le réactif titrant, écrire la relation à l'équivalence.
- 1.2** Pour chaque affirmation, recopier la seule proposition exacte.
- a) Au cours d'un titrage, la solution titrante se trouve dans :
- a) ☐ le bécher b) ☐ la burette c) ☐ la fiole jaugée d) ☐ la pipette
- b) Pour une réaction support d'équation $2 A + B \longrightarrow$ produits (A titré, B titrant), la relation à l'équivalence s'écrit :
- a) ☐ $c_A V_A = c_B V_E$ b) ☐ $c_A V_A = 2 c_B V_E$ c) ☐ $2 c_A V_A = c_B V_E$ d) ☐ $c_A V_A = \frac{1}{2} c_B V_E$
- c) On obtient la conductivité corrigée de la dilution en multipliant σ_{mes} par :
- a) ☐ $\frac{V_A}{V_A + V}$ b) ☐ $\frac{V_A + V}{V_A}$ c) ☐ $\frac{V}{V_A}$ d) ☐ $\frac{V_A + V}{V}$
- 1.3** Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
- a) Ajouter de l'eau distillée dans le bécher avant de commencer le titrage modifie le volume équivalent.
- b) À l'équivalence d'un titrage, les deux réactifs ont été entièrement consommés.
- c) Un indicateur coloré convient lorsque sa zone de virage est comprise dans le saut de pH.
- 1.4** On titre $V_A = 10,0 \text{ mL}$ d'une solution d'eau oxygénée par une solution de permanganate de potassium de concentration $c_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, selon l'équation $2 \text{MnO}_4^- + 5 \text{H}_2\text{O}_2 + 6 \text{H}^+ \longrightarrow 2 \text{Mn}^{2+} + 5 \text{O}_2 + 8 \text{H}_2\text{O}$. Le volume équivalent vaut $V_E = 16,0 \text{ mL}$. Calculer la concentration en peroxyde d'hydrogène de la solution titrée. Cette solution ayant été obtenue en diluant 10 fois une eau oxygénée du commerce, en déduire le *titre en volumes* de celle-ci, c'est-à-dire le volume de dioxygène, en litres, libéré par un litre de solution selon $2 \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ (volume molaire $V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$).

Exercice 2 Un déboucheur de canalisations

5 pts ●●○

L'étiquette d'un déboucheur liquide annonce : « hydroxyde de sodium 20 % en masse », densité $d = 1,22$. La solution commerciale, notée S_0 , est diluée 100 fois; on obtient la solution S . On titre ensuite $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de S par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$: le volume équivalent vaut $V_E = 12,0 \text{ mL}$. On dispose de pipettes jaugées de 10,0 mL et 20,0 mL et de fioles jaugées de 100,0 mL et 200,0 mL.

■ **DONNÉES** $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ • $M(\text{NaOH}) = 40,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 2.1 Calculer la concentration $c_{\text{ét}}$ de la solution commerciale attendue d'après l'étiquette.
- 2.2 Décrire un protocole permettant d'obtenir S à partir de S_0 avec la verrerie disponible. Citer une précaution de sécurité indispensable.
- 2.3 Écrire l'équation de la réaction support, puis la relation à l'équivalence. Calculer la concentration de S , puis celle c_{mes} de la solution commerciale.
- 2.4 Calculer l'écart relatif entre c_{mes} et $c_{\text{ét}}$. L'indication de l'étiquette est-elle acceptable ?
- 2.5 Calculer la masse d'hydroxyde de sodium contenue dans un flacon de 1,0 L de déboucheur.

Exercice 3 Un détartrant pour cafetière

6 pts ●●○

Un détartrant liquide est une solution commerciale d'acide chlorhydrique de densité $d = 1,06$; l'étiquette indique « environ 12 % en masse ». On dilue ce produit 20 fois, puis on titre $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de la solution diluée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, en suivant le pH (figure 1).

- 3.1 Écrire l'équation de la réaction support et vérifier qu'elle possède les propriétés requises pour un titrage.
- 3.2 Déterminer V_E par la méthode des tangentes et relever le pH à l'équivalence.
- 3.3 Calculer la concentration de la solution diluée, puis celle du détartrant.
- 3.4 En déduire le titre massique du détartrant, puis son pourcentage massique. Comparer à l'étiquette en calculant l'écart relatif.
- 3.5 Quel indicateur coloré permettrait de réaliser ce titrage sans pH-mètre ? Justifier le choix et préciser le changement de couleur.

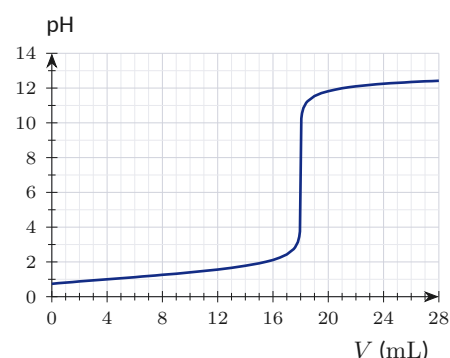


Figure 1 — Titrage pH-métrique du détartrant dilué

■ **DONNÉES** $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ • $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • indicateurs colorés (zone de virage) : hélianthe 3,1 – 4,4 • bleu de bromothymol 6,0 – 7,6 • phénolphthaléine 8,2 – 10,0

Exercice 4 L'acide méthanoïque d'un produit apicole

4 pts ●●○

Les apiculteurs utilisent une solution commerciale concentrée d'acide méthanoïque HCOOH , de densité $d = 1,14$, dont l'étiquette annonce 60 % en masse. Cette solution est diluée 1 000 fois; on titre $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de la solution diluée par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, en suivant la conductivité corrigée de la dilution (figure 2). On néglige la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau : on admet que l'acide méthanoïque ne contribue pas à la conductivité de la solution.

- 4.1 Écrire l'équation de la réaction support, l'ion hydroxyde captant un ion H^+ à l'acide méthanoïque.
- 4.2 Justifier, à partir des ions présents, que σ' croisse avant l'équivalence, puis plus rapidement encore après. Vérifier par le calcul la valeur de la pente avant l'équivalence.
- 4.3 Déterminer graphiquement V_E , puis la concentration de la solution diluée et celle de la solution commerciale.
- 4.4 En déduire le pourcentage massique en acide méthanoïque et le comparer à l'étiquette.

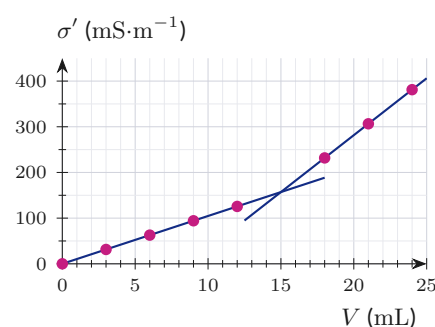


Figure 2 — Conductivité corrigée en fonction de V

■ **DONNÉES** $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ • $M(\text{HCOOH}) = 46,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • λ à 25°C en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$: Na^+ 5,01 • HCOO^- 5,46 • HO^- 19,9