

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



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle B Titrages

Courbe dérivée et acidité d'un lait, titrage conductimétrique d'un engrais, titrage colorimétrique et prise d'initiative

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

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Les quatre exercices sont indépendants ; toute expression littérale est établie avant l'application numérique et toute démarche, même partielle, est valorisée. Formulaire : écart normalisé $z = \frac{|x_{\text{mes}} - x_{\text{réf}}|}{u(x)}$, compatibilité si $z < 2$.

Exercice 1 Automatismes

4 pts ●●○

■ DONNÉES $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$

- 1.1 Une solution commerciale de densité $d = 1,05$ contient 25 % en masse d'un soluté de masse molaire $M = 60,0 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$: calculer sa concentration.
- 1.2 On titre $V_A = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution de thiosulfate de sodium par du diiode à $c_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ($\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \longrightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$) ; $V_E = 12,0 \text{ mL}$: calculer la concentration en ions thiosulfate.
- 1.3 a) Convertir $0,25 \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ en $\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$; b) convertir $2,5 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en $\text{mol}\cdot\text{m}^{-3}$; c) calculer le facteur de dilution obtenu en prélevant $20,0 \text{ mL}$ et en complétant à $500,0 \text{ mL}$.
- 1.4 Indiquer si chaque affirmation est vraie ou fausse et justifier en une phrase.
 - a) Au cours d'un titrage conductimétrique, la conductivité passe toujours par un minimum à l'équivalence.
 - b) Un titrage colorimétrique nécessite toujours l'ajout d'un indicateur coloré.
 - c) Le volume équivalent est d'autant plus grand que la solution titrante est concentrée.

Exercice 2 Le dioxyde de soufre d'un vin blanc

4 pts ●●●

Le dioxyde de soufre SO_2 , antioxydant des vins, est limité à $200 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ pour un vin blanc sec. Un œnologue prélève $V_A = 50,0 \text{ mL}$ de vin, ajoute de l'empois d'amidon et titre par du diiode à $c_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$: $V_E = 9,40 \text{ mL}$. Support : $\text{SO}_2 + \text{I}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{SO}_4^{2-} + 2 \text{I}^- + 4 \text{H}^+$.

■ DONNÉES $M(\text{SO}_2) = 64,1 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 2.1 Comment l'équivalence est-elle repérée ? Préciser la couleur observée avant puis après l'équivalence.
- 2.2 Déterminer la concentration en SO_2 du vin, puis sa teneur en $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$: le vin est-il conforme ?
- 2.3 Le vin est conservé dans une cuve de $2\,000 \text{ L}$; l'œnologue veut porter la teneur à $180 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$: déterminer la masse de SO_2 à ajouter, en détaillant la démarche.
- 2.4 Le diiode réagit aussi avec d'autres réducteurs du vin : la teneur obtenue est-elle surestimée ou sous-estimée ? Conséquence sur la question 2.3 ?

Exercice 3 L'acidité Dornic d'un lait

6 pts ●●●

L'acidité d'un lait s'exprime en degrés Dornic, en l'attribuant à l'acide lactique $C_3H_6O_3$ (on assimile ici le lait à une solution d'acide lactique) : $1^\circ D$ correspond à $0,10\text{ g}$ d'acide lactique par litre; un lait est frais tant que son acidité reste inférieure à $18^\circ D$. On titre $V_A = 20,0\text{ mL}$ de lait par une solution d'hydroxyde de sodium à $c_B = 5,00 \times 10^{-2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ en suivant le pH; la figure 1 donne la courbe dérivée obtenue; le pH passe de 5,4 à 10,6 entre $V = 7,0\text{ mL}$ et $V = 7,4\text{ mL}$, et vaut 8,0 à l'équivalence.

■ **DONNÉES** $M(C_3H_6O_3) = 90,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • phénolphtaléine (zone de virage) : 8,2 - 10,0

- 3.1 Écrire l'équation de la réaction support (l'ion lactate s'écrit $C_3H_5O_3^-$).
- 3.2 Pourquoi le maximum de la courbe dérivée repère-t-il l'équivalence? Déterminer V_E .
- 3.3 Calculer la concentration en acide lactique du lait, son titre massique et son acidité Dornic : ce lait est-il frais?
- 3.4 Justifier que la phénolphtaléine convienne pour ce titrage, bien que sa zone de virage ne contienne pas le pH à l'équivalence. Pourquoi ce repérage est-il délicat sur un lait?
- 3.5 Le même lait, conservé trois jours à 8°C , donne $V'_E = 9,0\text{ mL}$: calculer sa nouvelle acidité Dornic et conclure.
- 3.6 Quelle est l'acidité Dornic la plus élevée mesurable dans ces conditions avec une burette de $25,0\text{ mL}$? Ce dispositif convient-il au contrôle d'un lait en cours d'acidification?

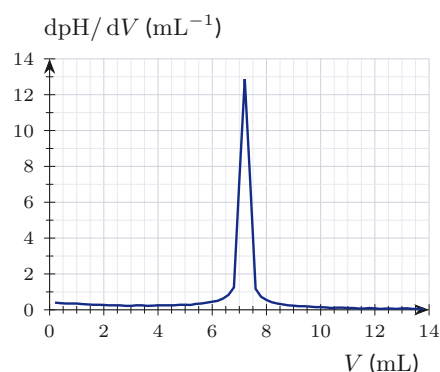


Figure 1 — Courbe dérivée du titrage du lait

Exercice 4 L'azote d'un engrais liquide

6 pts ●●●

Un engrais liquide au sulfate d'ammonium ($2\text{ NH}_4^+ + \text{SO}_4^{2-}$), de densité $d = 1,10$, porte l'étiquette « azote total : 2,0 % en masse ». Dilué 50 fois, il est titré ($V_A = 20,0\text{ mL}$ de solution diluée) par une solution d'hydroxyde de sodium à $c_B = 5,00 \times 10^{-2}\text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, avec suivi de la conductivité corrigée de la dilution (figure 2). L'ammoniac formé reste dissous et ne conduit pas le courant.

- 4.1 Écrire l'équation de la réaction support et identifier les deux couples mis en jeu.
- 4.2 Justifier, à partir des ions présents, la faible décroissance de σ' avant l'équivalence puis sa forte croissance après; vérifier la première pente par le calcul.
- 4.3 Déterminer graphiquement V_E , puis la concentration en ions ammonium de la solution diluée, puis de l'engrais.
- 4.4 Vérifier par le calcul la valeur de σ' lue sur la figure 2 pour $V = 0$.
- 4.5 En déduire la masse d'azote par litre d'engrais, le pourcentage massique en azote et l'écart relatif avec l'étiquette. Avec $u = 0,08\%$ sur ce pourcentage, calculer l'écart normalisé et conclure.
- 4.6 Quelle masse d'azote un bidon de $5,00\text{ L}$ de cet engrais apporte-t-il?

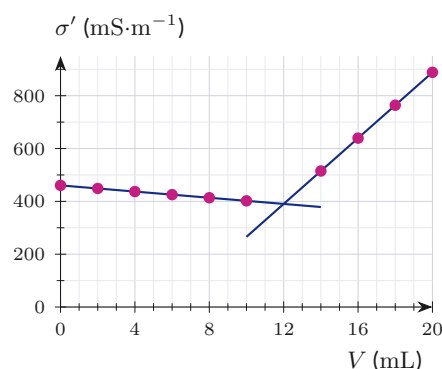


Figure 2 — Conductivité corrigée en fonction de V

■ **DONNÉES** $\rho_{\text{eau}} = 1,00\text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ • $M(\text{N}) = 14,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ • λ à 25°C en $\text{mS}\cdot\text{m}^2\cdot\text{mol}^{-1}$: NH_4^+ 7,35 • Na^+ 5,01 • SO_4^{2-} 16,0 • HO^- 19,9