

2 Exercice résolu

Un lait propre à la consommation ?

| Utiliser un modèle pour prévoir et expliquer ; comparer à une valeur de référence.

Une inflammation des mamelles des vaches rend le lait impropre à la consommation. Cette inflammation se traduit par une augmentation de la concentration en ions sodium $\text{Na}^+(\text{aq})$ et chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$.

Un lait frais est dilué 5 fois. Le titrage suivi par conductimétrie d'un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de solution de lait dilué par une solution S_2 de nitrate d'argent $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$ telle que $[\text{Ag}^+] = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ permet de tracer le graphe ci-contre.

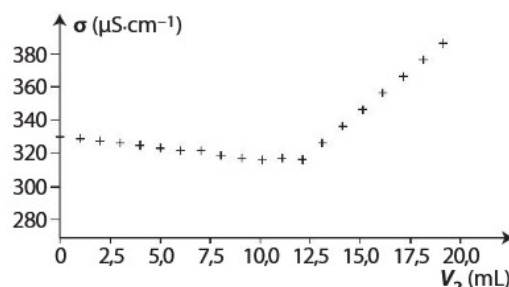
Un volume de 250 mL d'eau est ajouté avant de réaliser le titrage.

1. Déterminer la concentration en masse des ions chlorure dans le lait frais.
2. Le lait frais analysé est-il consommable ?
3. Interpréter qualitativement le changement de pente observé.

Données

- Équation de la réaction support du titrage : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$
- $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Concentration en masse en ions chlorure d'un lait consommable : $0,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1} \leq t(\text{Cl}^-) \leq 1,2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.
- Conductivités molaires ioniques λ (en $\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) à 25°C :

Ions	Cl^-	NO_3^-	Ag^+
λ	7,6	7,1	6,2



4 Préparer une solution de concentration donnée en soluté

| Exploiter des informations.

Pour détacher un tapis, on utilise une solution S de concentration $C = 1,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ammoniac $\text{NH}_3(\text{aq})$, préparée à partir d'une solution commerciale de densité $d = 0,95$ et de titre massique en ammoniac de 28 %.

1. Déterminer le volume de solution commerciale à prélever pour préparer 1,0 L de solution détachante S.
2. Lister la verrerie nécessaire.

Donnée

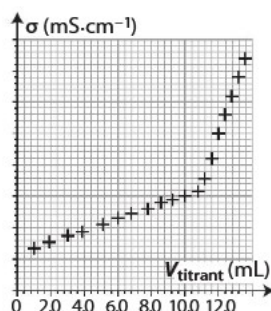
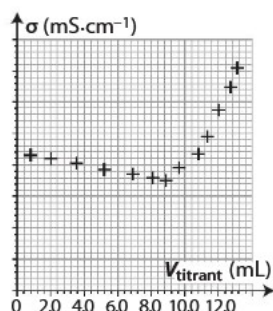
$M(\text{NH}_3) = 17,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

10 Identifier une courbe de titrage

| Mobiliser et organiser ses connaissances.

Le titrage d'une solution d'un acide AH a été réalisé par suivi pH-métrique. Le volume à l'équivalence V_E obtenu est égal à 10,0 mL.

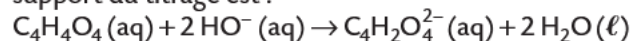
- Parmi les courbes ci-dessous, identifier celle qui pourrait être obtenue lors du titrage suivi par conductimétrie.



6 Établir une relation à l'équivalence

| Mobiliser ses connaissances.

Une solution S d'acide fumarique $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4(\text{aq})$ est titrée par une solution d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$, telle que $[\text{HO}^-] = C_B = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Pour un volume de solution titrée $V_1 = 10,0 \text{ mL}$, le volume versé à l'équivalence est $V_E = 15,7 \text{ mL}$. L'équation de la réaction support du titrage est :

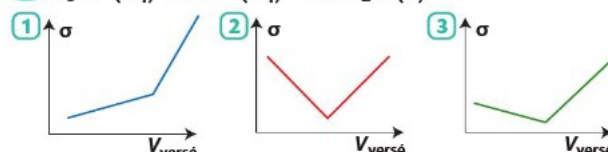
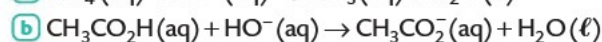
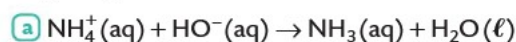


1. Établir la relation entre les quantités $n_1(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_4)$ et $n_E(\text{HO}^-)$ à l'équivalence de ce titrage.
2. En déduire la concentration en acide fumarique de la solution S.

16 Identifier une courbe de conductimétrie

| Confronter un modèle à des résultats expérimentaux.

Associer à chaque équation un graphe modélisant l'évolution de la conductivité lors de l'ajout d'une solution d'hydroxyde de sodium.



Données

Conductivités molaires ioniques λ ($\text{mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$) à 25°C :
 $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0$; $\lambda(\text{HO}^-) = 20,0$; $\lambda(\text{NH}_4^+) = 7,0$; $\lambda(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 4,0$;
 $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0$.

12 Utiliser la méthode des tangentes

Exploiter un graphique.

Une solution S_0 de vitamine C de volume $V_0 = 100,0$ mL est préparée en dissolvant un comprimé dans de l'eau distillée.

Le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL de S_0 par une solution d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{HO}^-] = 4,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ est suivi par pH-métrie.

Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous.

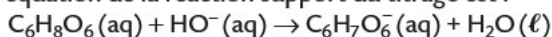
V_B (mL)	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00
pH	2,7	3,1	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1

V_B (mL)	8,00	9,00	10,00	11,00	12,00	13,00
pH	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9	5,2

V_B (mL)	13,25	13,50	13,75	14,00	14,25	14,50
pH	5,3	5,5	5,8	7,8	9,6	10,0

V_B (mL)	15,00	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00
pH	10,4	10,6	10,9	11,0	11,2	11,3

L'équation de la réaction support du titrage est :



- Déterminer le volume V_E versé à l'équivalence.
- Déterminer la concentration en quantité de matière en acide ascorbique de la solution S_0 .
- En déduire la quantité n_0 et la masse de vitamine C contenues dans un comprimé.

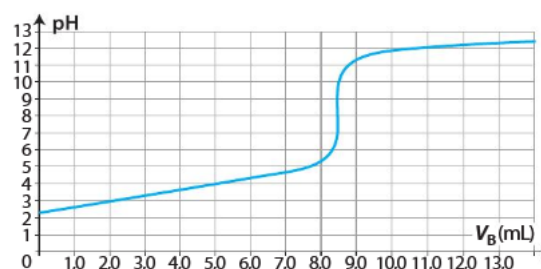


19 Contrôle qualité d'un traitement nutritionnel

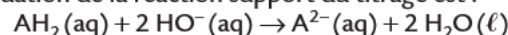
Exploiter un graphique, estimer une incertitude de mesure.

L'acide fumarique, noté AH_2 , est une espèce chimique qui peut réduire les effets du psoriasis, maladie de peau. Pour vérifier l'indication portée sur l'étiquette, 500 mg, d'un traitement, on réalise le protocole suivant :

- le contenu de la gélule est dissous dans l'eau : une solution aqueuse S de volume $V = 100,0$ mL est obtenue ;
- le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL de solution S par une solution d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{HO}^-] = (1,00 \times 10^{-1} \pm 0,003) \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ donne le graphe suivant.



L'équation de la réaction support du titrage est :



- Schématiser et légender le dispositif expérimental.
- Déterminer la valeur expérimentale m_{exp} de la masse d'acide fumarique contenu dans une gélule.
- Lister les trois principales sources d'erreurs commises lors de la réalisation du titrage.
- Estimer l'incertitude type sur la masse d'acide fumarique et proposer un encadrement de la valeur de la masse. Conclure.

Données

- Masse molaire : $M(\text{AH}_2) = 116 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Incertain type :

$u(V)$	Burette graduée	Pipette de 10 mL		Fiole jaugée de 100 mL
		jaugée	graduée	
	$\pm 0,1 \text{ mL}$	$\pm 0,05 \text{ mL}$	$\pm 0,2 \text{ mL}$	$\pm 0,1 \text{ mL}$

- Incertain type $u(A)$ sur une grandeur A :

$$\text{si } A = \frac{X \times Y}{Z}, u(A) = A \times \sqrt{\left(\frac{u(X)}{X}\right)^2 + \left(\frac{u(Y)}{Y}\right)^2 + \left(\frac{u(Z)}{Z}\right)^2}.$$

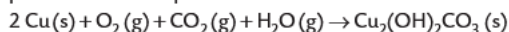
23 La gare de Limoges

Exploiter un graphique ;
effectuer des calculs.



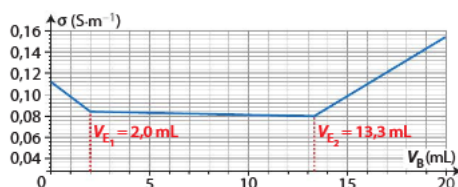
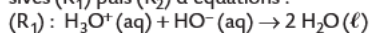
• Suite à un incendie, la gare de Limoges s'est parée en 2000 d'un dôme en cuivre. Avec le temps, une couche de vert-de-gris s'est formée. Tant que l'oxydation se poursuit, la coloration du dôme évolue.

• Le vert-de-gris de cuivre, $\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$, est le produit de la corrosion superficielle du cuivre. Il est de couleur vert-bleu et évite la corrosion du métal. Sa formation s'explique par la réaction d'équation :



• Un échantillon du dôme de la gare de Limoges est traité de sorte que l'élément cuivre se trouve entièrement sous forme d'ions $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$. La solution S obtenue ($V = 1,00 \text{ L}$) est composée d'ions cuivre (II) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq})$ et d'ions oxonium. Le titrage suivi par conductimétrie d'un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de la solution S par une solution d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{HO}^-] = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ permet de tracer le graphe ci-dessous.

Durant ce titrage, ont lieu deux réactions totales et successives (R_1) puis (R_2) d'équations :



1. Justifier qualitativement l'évolution des pentes de la courbe pour $V < V_{E1}$, $V_{E1} < V < V_{E2}$ et $V > V_{E2}$.

2. Justifier que la quantité $n(\text{Cu}^{2+})$ d'ions cuivre (II) Cu^{2+} titrés, s'exprime par :

$$n(\text{Cu}^{2+}) = \frac{C_B \times (V_{E2} - V_{E1})}{2}$$

3. Déterminer la quantité de matière et la masse d'élément cuivre présent dans l'échantillon.

4. a. Calculer la masse qu'aurait l'échantillon s'il n'était constitué que de cuivre.

b. En déduire l'augmentation de masse Δm de l'échantillon lorsque le cuivre s'oxyde partiellement en vert-de-gris. Interpréter cette évolution.

5. Exprimer l'augmentation de masse Δm en fonction de la quantité n_{vdg} de vert-de-gris formé et des masses molaires des éléments oxygène, hydrogène et carbone.

Coup de pouce QR Code p. 58

6. En déduire la quantité n_{vdg} .

7. Calculer l'épaisseur e' de la couche de vert-de-gris.

8. On estime que la corrosion du cuivre en vert-de-gris s'achève si 5 % de l'épaisseur du cuivre s'est oxydée. Conclure quant à l'évolution de la coloration du dôme.

Données

- Caractéristiques échantillon : masse $m_0 = 7,22 \text{ g}$; surface $A = 1,00 \text{ cm}^2$; épaisseur $e = 8,0 \times 10^{-1} \text{ cm}$.
- Masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M(\text{Cu}) = 63,5$; $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{O}) = 16,0$; $M(\text{H}) = 1,0$.
- Conductivité molaire ionique λ ($\text{mS} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{m}^2$) à 25°C : $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35$; $\lambda(\text{Na}^+) = 5$; $\lambda(\text{HO}^-) = 20$; $\lambda(\text{Cu}^{2+}) = 11$.
- Masse volumique du vert-de-gris estimée à $4,0 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$.