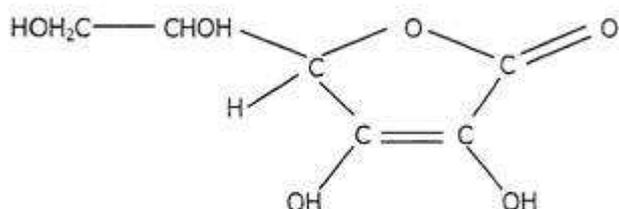


Exercice 2 : De la vitamine C dans la rose (3 points)

Le fruit de la rose ou de l'églantier est nommé cynorhodon. Il est très utilisé en phytothérapie pour prévenir la fatigue et renforcer les défenses immunitaires. Il contient des tanins, les vitamines A et B et il est aussi très riche en vitamine C ou acide ascorbique. On trouve en pharmacie de l'extrait de cynorhodon sous forme de gélules. La formule de l'acide ascorbique est :



Dans la suite de l'exercice, on notera l'acide ascorbique sous la forme AH, acide du couple AH/A⁻. On désire comparer l'apport en vitamine C d'une gélule de cynorhodon, produit naturel, avec celui d'un comprimé de type Laroscorbine 500[®], produit de synthèse. Pour cela, on détermine par titrage, la quantité d'acide ascorbique présente dans une gélule.

Protocole expérimental

On dissout dans l'eau, le contenu d'une gélule de cynorhodon dans une fiole jaugée de 100,0 mL.

Puis, on réalise le titrage pH-métrique du contenu de la fiole à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $C_b = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Données

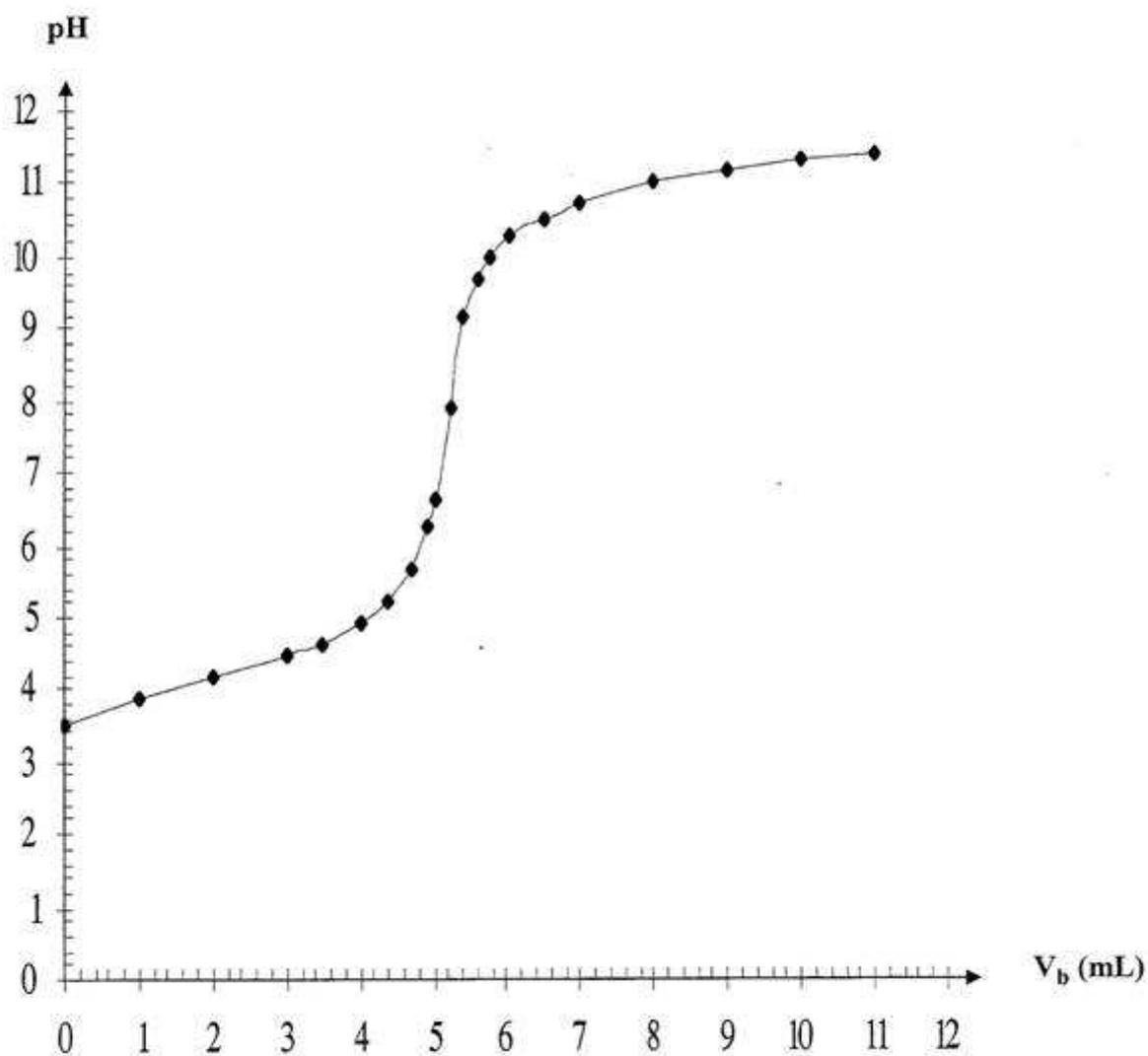
Masses molaires atomiques : $M_H = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

Questions

- Calculer la masse molaire moléculaire de l'acide ascorbique notée M_{AH} .
- Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- L'équivalence acido-basique.
 - Définir par une phrase l'équivalence acido-basique.
 - Donner la relation entre les quantités de matière des réactifs introduits à l'équivalence.
- Le suivi du titrage permet le tracé de la courbe fournie en **annexe 2 page 10/11**.
 - En précisant la méthode employée, déterminer les coordonnées du point d'équivalence de ce titrage.
 - En déduire la quantité de matière en acide ascorbique n_{AH} contenue dans une gélule de cynorhodon.
 - En déduire la masse m_{AH} d'acide ascorbique présente dans une gélule.
 - Un comprimé de Laroscorbine 500[®] contient 500 mg d'acide ascorbique. Quel est, entre la gélule de cynorhodon et le comprimé de Laroscorbine, le composant le plus riche en vitamine C ?

Exercice 2

Évolution du pH en fonction du volume de solution d'hydroxyde de sodium ajouté





EXERCICE I. TITRAGE DU DIOXYDE DE SOUFRE PRÉSENT DANS UN ÉCHANTILLON D'AIR (4 points)

Principe du titrage :

Le dioxyde de soufre SO_2 est un gaz qui a des propriétés réductrices et qui est présent dans l'air pollué. Quand on fait barboter un grand volume d'air dans un litre d'eau, le dioxyde de soufre va se dissoudre dans l'eau. Il est possible, par la suite, de le titrer en solution à l'aide d'une solution de permanganate de potassium lors d'une réaction d'oxydoréduction. La concentration massique du dioxyde de soufre dans l'air pollué est ainsi déduite de ce titrage.

On a défini un seuil d'alerte de la population pour une teneur en dioxyde de soufre mesurée supérieure à $500 \mu\text{g}$ par m^3 .

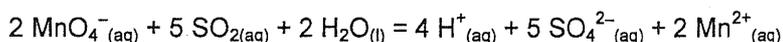
Protocole expérimental :

Une solution S est préparée en faisant barboter $1,00 \times 10^4 \text{ m}^3$ d'air pollué dans $V_0 = 1,00 \text{ L}$ d'eau. Un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution est placé dans un bécher de 100 mL . La solution violette de permanganate de potassium de concentration $C_2 = 1,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est ensuite versée goutte à goutte jusqu'à persistance de la coloration.

Données :

$$M_S = 32,0 \text{ g.mol}^{-1} ; M_O = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}.$$

1. Quelle verrerie choisiriez-vous pour prélever avec précision $10,0 \text{ mL}$ de solution S ?
2. Sachant que les couples oxydant / réducteur mis en jeu sont : $\text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) / \text{SO}_2(\text{aq})$ et $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$, en déduire que l'équation de la réaction entre les ions permanganate et le dioxyde de soufre est :



3. Définir l'équivalence d'un titrage.
4. Donner l'expression du quotient de réaction initial, $Q_{r,i}$, de la réaction précédente. Cette transformation évoluant spontanément dans le sens direct de la réaction, comparer $Q_{r,i}$ à la constante d'équilibre K associée.
5. Donner la relation entre la quantité de matière n_1 de dioxyde de soufre initialement présente dans la solution S et la quantité de matière n_2 d'ions permanganate introduite pour atteindre l'équivalence. Justifier la réponse.
(On pourra éventuellement s'aider d'un tableau d'avancement).
6. Sachant que le volume équivalent du titrage est : $V_{\text{eq}} = 8,0 \text{ mL}$, en déduire la concentration molaire C_1 en dioxyde de soufre dissous de la solution S .
7. Calculer la masse m_1 de dioxyde de soufre présente dans $V_0 = 1,00 \text{ L}$ de la solution S .
8. En déduire la masse m_2 de dioxyde de soufre gazeux par m^3 d'air pollué.
9. Exprimer cette masse en μg . Le seuil d'alerte est-il atteint ?

Exercice n° 2 (6,5 points)

ANALYSE D'UN LAIT

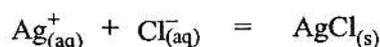
Les parties 1. et 2. de cet exercice sont indépendantes et peuvent être traitées séparément.

On se propose de déterminer les masses en ions chlorure et en acide lactique présents dans un lait.

1. DOSAGE PAR CONDUCTIMÉTRIE.

- 1.1. On prélève un volume $V_0 = 20,0$ mL de lait (solution S_0) et on les introduit dans une fiole jaugée de volume $V_S = 100,0$ mL.
On complète avec de l'eau distillée et on homogénéise pour obtenir une solution S, de concentration C_S . Quel rapport existe entre la concentration C_0 de la solution S_0 et la concentration C_S de la solution S ?
- 1.2. On verse un volume $V_1 = 10,0$ mL de la solution S dans un bécher et on y ajoute environ 250 mL d'eau distillée. Indiquer précisément le protocole à suivre pour prélever les 10,0 mL de solution S (matériel utilisé, manipulations à effectuer).
- 1.3. On plonge ensuite dans le bécher une cellule conductimétrique.
Initialement et après chaque ajout, mL par mL, d'une solution aqueuse de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration $C_2 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ on détermine la conductivité du milieu réactionnel.
Indiquer, sur un schéma annoté, le dispositif expérimental à mettre en place.

Le suivi conductimétrique du dosage permet d'obtenir la courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé (**document N° 1 donné en ANNEXE N° 2, à rendre avec la copie**). La transformation chimique, rapide, met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent selon l'équation de réaction :



Rappel : le chlorure d'argent AgCl est un solide blanc, pratiquement insoluble dans l'eau, qui noircit à la lumière.

- 1.4. Quelle est l'origine de la conductivité initiale de la solution ?
- 1.5. En utilisant les valeurs des conductivités molaires ioniques données ci-dessous, interpréter la variation de la valeur de la conductivité σ du milieu réactionnel au cours du dosage.
À 25 °C : $\lambda(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) = 76,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}) = 71,4 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1}$
 $\lambda(\text{Ag}^+_{(\text{aq})}) = 61,9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1}$
- 1.6. Quel événement correspond au point particulier apparaissant sur la courbe $\sigma = f(V_2)$?

- 1.7. Déterminer, en utilisant cette courbe, le volume V_{2E} de solution de nitrate d'argent versé à l'équivalence.
- 1.8. Quelle est à l'équivalence la relation entre la quantité de matière en ions argent introduits et la quantité de matière en ions chlorure initialement présents ?
- 1.9. En déduire la concentration molaire C_S en ions chlorure initialement présents dans la solution S, puis celle C_0 dans le lait.
- 1.10. La masse d'ions chlorure présents dans un litre de lait doit être comprise entre 1,0 g et 2,0 g. Calculer la masse d'ions chlorure présents dans le lait étudié et conclure.

Donnée : masse molaire des ions chlorure : $M(\text{Cl}^-) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

2. DOSAGE DE L'ACIDE LACTIQUE.

Un lait frais ne contient pas d'acide lactique. En vieillissant, le lactose présent dans le lait se transforme en acide lactique, noté par la suite HA.

On dose l'acide lactique, considéré comme le seul acide présent dans le lait étudié, par une solution d'hydroxyde de sodium : $\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$ (soude) de concentration $C_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

On prélève un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de lait que l'on place dans un bécher et on suit l'évolution du pH en fonction du volume V_B de soude versé.

- 2.1. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange. Quelles caractéristiques doit présenter cette réaction pour être adaptée à un dosage ?
- 2.2. Exprimer puis calculer la constante de réaction K correspondante. Conclure.

Données : couples acide/base : $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-_{(\text{aq})}$: $\text{p}K_{A1} = 14,0$
 $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$: $\text{p}K_{A2} = 0,0$
 $\text{HA}_{(\text{aq})} / \text{A}^-_{(\text{aq})}$: $\text{p}K_A = 3,9$

On obtient les valeurs données dans le tableau suivant :

V_B (mL)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	11	11,5	12	12,5	13	14	16
pH	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9	6,3	8,0	10,7	11,0	11,3	11,5

- 2.3. En utilisant un diagramme de prédominance, déterminer quelle est, entre $\text{HA}_{(\text{aq})}$ et $\text{A}^-_{(\text{aq})}$ l'espèce chimique prédominante au début du dosage.
- 2.4. Pour quel volume de soude versé, $\text{HA}_{(\text{aq})}$ et $\text{A}^-_{(\text{aq})}$ sont-elles présentes en quantités égales ?
- 2.5. Le tracé du graphe représentant l'évolution du pH en fonction du volume de soude versé montre que l'équivalence acide base est atteinte pour un volume de soude $V_B = 12,0 \text{ mL}$.
En déduire la quantité de matière d'acide lactique présente dans le volume V_A de lait.
- 2.6. On considère qu'un lait frais a une concentration massique en acide lactique inférieure à $1,8 \text{ g.L}^{-1}$.
Quelle est la masse d'acide lactique présente dans un litre de lait ? Conclure.
Donnée : masse molaire moléculaire de l'acide lactique : $M(\text{HA}) = 90 \text{ g.mol}^{-1}$.

ANNEXE N° 2 (À RENDRE AVEC LA COPIE)

DOCUMENT N° 1

