Antilles 2006 **Exercice n°2 : ANALYSE D'UN LAIT (6,5 points)**

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 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 ($Ag^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$) de concentration $C_2 = 5{,}00\times10^{-3}$ mol.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 :

$$Ag^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} = AgCl_{(s)}$$

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 : $\lambda(Cl^-_{(aq)}) = 76{,}3\times10^{-4}$ m².S.mol^{-1}
$\lambda(NO_3^-{}_{(aq)}) = 71{,}4\times10^{-4}$ m².S.mol^{-1}
$\lambda(Ag^+_{(aq)}) = 61{,}9\times10^{-4}$ m².S.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 : $M(Cl^-) = 35,5\ g.mol^{-1}$.

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 : $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ (soude) de concentration $C_B = 5,00\times10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

On prélève un volume $V_A = 20,0$ 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 : $H_2O/HO^-_{(aq)}$: $pK_{A1} = 14,0$
H_3O^+/H_2O : $pK_{A2} = 0,0$
$HA_{(aq)}/A^-_{(aq)}$: $pK_{A3} = 3,9$

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 $HA_{(aq)}$ et $A^-_{(aq)}$ l'espèce chimique prédominante au début du dosage.

2.4. Pour quel volume de soude versé, $HA_{(aq)}$ et $A^-_{(aq)}$ 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 $V_B = 12,0$ 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 en acide lactique inférieure à $1,8\ g.L^{-1}$.
Quelle est la masse d'acide lactique présente dans un litre de lait ? Conclure ?
*Donnée :*masse molaire moléculaire de l'acide lactique : $M(HA) = 90\ g.mol^{-1}$.

ANNEXE (A RENDRE AVEC LA COPIE)

DOCUMENT N°1

