

Le lait de Marguerite

CONTEXTE DU SUJET

Joris a travaillé à la ferme pendant ces vacances. Il a ainsi pris goût à la consommation du lait de vache de l'exploitation.

D'après un article de « l'Institut de l'Élevage », dans certaines étables la conductivité du lait de vache est mesurée, lors de la traite, afin de détecter de possibles mammites ou inflammation des mamelles des vaches qui rend impropre la consommation du lait.

Joris voudrait savoir si le lait de la traite du matin de la vache Marguerite est bien consommable.



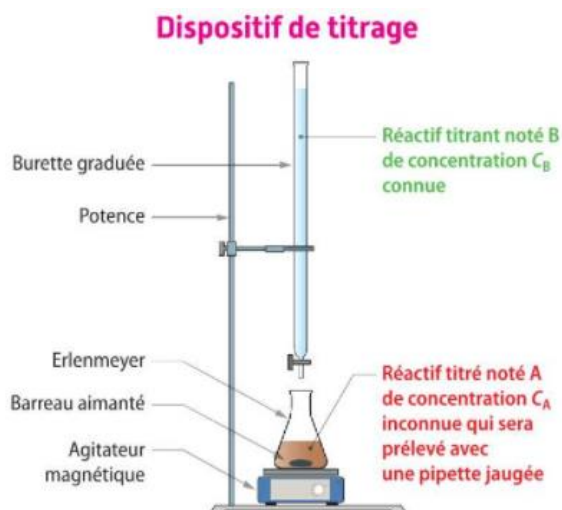
QUELQUES DOCUMENTS

Document 1 : Quelques infos sur le lait

La conductivité du lait dépend en effet essentiellement des concentrations en ions sodium $\text{Na}^+(\text{aq})$, potassium $\text{K}^+(\text{aq})$ et chlorure $\text{Cl}^-(\text{aq})$. Cette maladie a pour conséquence une élévation des concentrations en ions $\text{Na}^+(\text{aq})$ et $\text{Cl}^-(\text{aq})$ du lait de vache ; elle augmente donc la conductivité du lait. Dans le lait frais de vache, la concentration massique moyenne en ions chlorure se situe entre $0,8 \text{ g.L}^{-1}$ et $1,2 \text{ g.L}^{-1}$.

Dans le cas de laits dits « marmiteux », la concentration massique moyenne en ions chlorure est supérieure à $1,2 \text{ g.L}^{-1}$.

Document 2 : Rappel de Première Spé sur les titrages



Définition de l'équivalence

À l'équivalence du titrage du réactif titré A par le réactif titrant B dont l'équation de la réaction du titrage est :

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

Remarque Pour $V_{\text{titrant}} < V_E$, le réactif limitant est l'espèce titrante, pour $V_{\text{titrant}} > V_E$, c'est l'espèce titrée.

$$V_{\text{titrant}} = V_E$$

V_{titrant} : volume versé de réactif titrant
 V_E : volume équivalent

Les réactifs **titrant** et **titré** sont introduits dans les proportions des nombres stœchiométriques : ils sont entièrement consommés.

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b} \text{ soit } \frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_E}{b}$$

[Des rappels en vidéo](#)

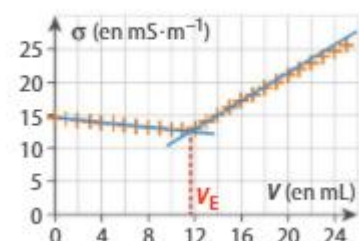


Document 3 : Principe du titrage conductimétrique

Un **titrage conductimétrique** consiste à suivre l'évolution de la conductance G ou de la conductivité σ de la solution titrée au cours de l'ajout de la solution titrante.

La **courbe de titrage** est la courbe $G = f(V_{\text{Sol. titrante versée}})$ [respectivement $\sigma = f(V_{\text{Sol. titrante versée}})$] donnant les variations de la conductance G [respectivement de la conductivité σ] en fonction du volume de solution titrante versée.

Détermination du volume équivalent V_E :



Document 4 : Loi de Kohlrausch

Pour des solutions suffisamment diluées la conductivité σ d'une solution, s'écrit :

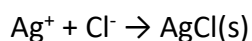
$$\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$$

$[X_i]$ concentration en $\text{mol} \cdot \text{m}^{-3}$ de chaque ion X_i et λ_i conductivité molaire de l'ion X_i en $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$.

Ion	Ag^+	Cl^-	NO_3^-
Conductivité molaire ionique en $\text{S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$	6,2	7,6	7,1

Document 5 : Réaction de titrage utilisée

Le réactif titrant est une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$) de concentration $C_B = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. La réaction ayant lieu est une réaction de précipitation, c'est la seule réaction possible et elle est immédiate. L'équation de la réaction est :



ANALYSER

1. Formuler la problématique.

2. Rédiger le protocole expérimental d'y permettant de répondre, on attend un schéma légendé du dispositif expérimental du titrage en précisant la nature des réactifs titrant et titré



3. Pourquoi la réalisation d'un titrage conductimétrique est-elle pertinente ici ?

REALISER

→ Mettre ensuite en œuvre le protocole rédigé à la question 2 et titrer un volume $V_A \equiv$ **5,0 mL de lait (on rajoutera 100 mL d'eau distillée)**, consigner vos mesures dans un tableau (faire vérifier le graphique)



4. Faire la liste des espèces ioniques présentes avant et après l'équivalence du titrage, indiquer l'évolution de leur quantité de matière en complétant le tableau ci-dessous et expliquer l'allure de la courbe obtenue en complétant le texte à trou et en utilisant le document 3.

Ions	Evolution des quantités de matière	
	$V_B < V_{BE}$	$V_B > V_{BE}$

Remarque : en réalité, il y aurait tous les autres ions contenus dans le lait à prendre en compte mais comme ils n'interviennent pas notre titrage et ne voient donc pas leur quantité varier, on les laisse de côté.



Avant l'équivalence :

$$\sigma = \dots \times [\dots] + \dots \times [\dots]$$

La concentration en ions **et la concentration en ions**

Tout se passe comme si un ion chlorure était remplacé par un ion qui est un peu moins, d'où une légère de la conductivité.

Après l'équivalence :

$$\sigma = \dots \times [\dots] + \dots \times [\dots]$$

La concentration en ions **et la concentration en ions**

La conductivité ne peut qu'..... puisque les concentrations des ions en présence ne font qu'.....

VALIDER

5. Déterminer le volume versé à l'équivalence (bien faire apparaître les traits de construction)

$$V_{BE} = \dots \text{ mL}$$



6. Déterminer la concentration massique en ions chlorure C_m en détaillant votre raisonnement.
(Donnée : $M(Cl) = 35,5 \text{ g.mol}^{-1}$)

L'incertitude relative sur la concentration en ions chlorure s'écrit ainsi :

$$\frac{U(C_m)}{C_m} = \sqrt{\left(\frac{U(c_B)}{c_B}\right)^2 + \left(\frac{U(V_A)}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U(V_{BE})}{V_{BE}}\right)^2}$$

Avec $U(c_B) = 0,00010 \text{ mol.L}^{-1}$; $U(V_A) = 0,030 \text{ mL}$; $U(V_{BE}) = 0,10 \text{ mL}$.

7. Donner un encadrement de la valeur de la concentration massique en ions chlorures et conclure sur la problématique énoncée au début de l'activité.



POUR ALLER PLUS LOIN : L'ACIDE LACTIQUE DE MARGUERITE COMME SOIN DE BEAUTE

C'est bien connu, les crèmes hydratantes sont à base de produits lactés, Marguerite ne le sait pas mais son lait peut faire des miracles ! En effet, dans l'industrie cosmétique, l'acide lactique est très utilisé, certes à des doses plus concentrées que dans le lait de Marguerite.



Document 1 : Données sur l'acide lactique

Données

- Formule brute de l'acide lactique : $C_3H_6O_3$
- Masse volumique de l'eau :
 $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1} = 1,0 \text{ g.mL}^{-1} = 1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
- Masse volumique de l'acide lactique commercial
 $\rho = 1,21 \text{ kg.L}^{-1}$
- Masse molaire atomique en g.mol^{-1}
C : 12,0 H : 1,0 O : 16,0

Matériel et produits

- Balance
- Béchers de 50 mL et 100 mL
- Fioles jaugées de 50 mL et 100 mL
- Pipette graduée de 10 mL
- Acide lactique commercial à 90 % en masse
- Pissette d'eau distillée

2

Étiquette d'acide lactique pour la préparation de cosmétiques

Procédé d'obtention	Fermentation du sucre
Fonction	Actif capillaire brillance, ajusteur de pH (acidifiant)
Bienfaits et propriétés	Acidifiant / Exfoliant
Qualité	100 % d'origine végétale
Concentration	Très concentré, environ 90 % d'acide lactique (le reste étant de l'eau)
Présentation	Liquide incolore, conditionné dans un flacon en verre ambré avec codigoutte



Après avoir déterminé le volume V_0 d'acide lactique commercial S_0 à prélever pour préparer un volume $V_1 = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution S_1 d'acide lactique de concentration $c_1 = 0,60 \text{ mol.L}^{-1}$, vous rédigerez le protocole de dissolution en précisant bien le matériel utilisé.

