TP Chimie n°3 : Qualité et conservation du beurre

Travail préparatoire

1. **Lire l'énoncé**
   Lire la fiche TP « Conductimétrie » (onglet TP de chimie)
   Lire la fiche « Mesures et Incertitudes » (onglet TP)

2. **Quel type de dosage a été réalisé en III ?**

3. **Donner les réactions des équations supports du titrage en IV**

I. Introduction

Le beurre est une émulsion d'eau dans la matière grasse obtenue par barattage de la crème du lait. Le beurre doux se conserve environ 3 mois, tandis que le beurre salé à 2 % peut se garder un peu plus longtemps grâce à l'effet conservateur du sel. Cependant, la quantité de sel ne doit pas dépasser 3 % en masse pour que le beurre conserve des propriétés gustatives et nutritionnelles adaptées à sa consommation. L'indice d'acidité, noté IA, qui mesure la quantité d'acides gras libres (exprimé en mg de KOH par g de matière grasse), doit rester inférieur à 35 $mg \cdot g^{-1}$ pour garantir la fraîcheur du produit : au-delà, il signale un début de dégradation des lipides.
Problématique : le beurre salé étudié peut-il être consommé ?

II. Données à 298 K

Masses molaires en $g \cdot mol^{-1}$:

- H : $M = 1{,}0\ g \cdot mol^{-1}$ O : $M = 16{,}0\ g \cdot mol^{-1}$ Na : $M = 23{,}0\ g \cdot mol^{-1}$
- Cl : $M = 35{,}5\ g \cdot mol^{-1}$ K : $M = 39{,}1\ g \cdot mol^{-1}$

Acido-basicité à 298 K :

Acide butanoïque : AH(aq)/A^-(aq) $pK_A = 4{,}8$
Produit ionique de l'eau $pK_e = 14$

Conductivités molaires ioniques à dilution infinie :

Espèce ionique	$Na^+(aq)$	$Cl^-(aq)$	$Ag^+(aq)$	$NO_3^-(aq)$
$\lambda°$ ($mS \cdot m^2 \cdot mol^{-1}$)	5,01	7,63	6,19	7,14

Indicateurs colorés acido-basiques :

Indicateur	Zone de virage	pKa	Couleur forme acide	Couleur forme basique
phénolphthaléine	8,0 - 9,8	9,7	incolore	rose

Script ressource :

https://colab.research.google.com/drive/1HG74LUd03y2p9AVUJDSP9bGEB7-V9nya?usp=sharing

Correction :

https://colab.research.google.com/drive/1H5lBbTffZG5tGZrcVr8Xmd8jFBwZyvYb?usp=sharing

III. Détermination de la teneur en sel d'un beurre

Rappel : Pour une solution contenant des ions i, la conductivité (en $S \cdot m^{-1}$) obéit à la loi de Kohlrausch :

$$\sigma = \sum_{ions\ i} \lambda_i C_i$$

Le beurre salé contient généralement entre 0,5 % et 3 % de sel sous forme de chlorure de sodium NaCl, ce qui améliore sa conservation en limitant le développement microbien. Il se conserve un peu plus longtemps que le beurre doux. Le sel en rehausse également la saveur, le rendant particulièrement apprécié en cuisine et sur du pain frais. Vous disposez d'un beurre salé et d'un beurre doux (non salé). L'objectif de cette manipulation est de déterminer la teneur en chlorure de sodium du beurre salé.

1. Mesure de la conductivité d'un beurre salé et d'un beurre doux

- Peser 1 g de beurre salé et l'introduire dans un bécher en Pyrex® de 100 mL.
- Le faire fondre sur plaque chauffante.
- Lorsque le beurre est fondu, ajouter environ 30 mL d'eau et agiter vigoureusement pendant 5 minutes.
- Introduire la solution de beurre salé dans une fiole jaugée de 50 mL et compléter jusqu'au trait de jauge avec le l'eau distillée.
- Sous agitation, mesurer la conductivité de la solution obtenue.
- Réaliser la même manipulation en parallèle avec du beurre doux.

Indiquer les valeurs des conductivités des solutions de beurre salé et de beurre doux.

2. Tracé de la droite étalon $\sigma = f(C_m)$

Vous disposez d'une solution de chlorure de sodium ($Na^+(aq)$; $Cl^-(aq)$) à la concentration en masse C = 1,00 $g \cdot L^{-1}$.

- Conditionner une burette graduée de 50 mL avec la solution mère de chlorure de sodium à 1 $g \cdot L^{-1}$.
- À partir de cette solution de chlorure de sodium à 1 $g \cdot L^{-1}$, préparer quatre solutions filles de concentrations en masse respectives : 0,1 $g \cdot L^{-1}$, 0,3 $g \cdot L^{-1}$, 0,5 $g \cdot L^{-1}$ et 0,7 $g \cdot L^{-1}$. Pour cela suivre le tableau suivant :

Volume NaCl à 1 $g \cdot L^{-1}$ mesuré à la burette graduée				
Volume fiole solution fille en	50 mL	50 mL	50 mL	50 mL
Concentration de la solution fille	0,1 $g \cdot L^{-1}$	0,3 $g \cdot L^{-1}$	0,5 $g \cdot L^{-1}$	0,7 $g \cdot L^{-1}$
Conductivité en $mS \cdot cm^{-1}$				

Sur python, tracer la droite-étalon et déterminer le pourcentage en masse de chlorure de sodium contenu dans le beurre salé

IV. Détermination de l'indice d'acidité du beurre salé

Lorsque le beurre se dégrade, les lipides qu'il contient libèrent de l'acide butanoïque, noté AH, acide responsable de l'odeur rance. L'indice d'acidité, noté IA, qui rend compte de la quantité d'acide butanoïque (exprimé en mg de KOH nécessaire pour neutraliser l'acide butanoïque par g de matière grasse), doit rester inférieur à 35 $mg \cdot g^{-1}$ pour garantir la fraîcheur du produit. Pour répondre aux normes AFNOR, le titrage de l'acide butanoïque, noté AH, consiste à traiter la matière grasse par un excès de potasse alcoolique (KOH dans un mélange eau-éthanol) et puis de titrer le mélange par une solution d'acide chlorhydrique.

Le protocole est le suivant :

Manipulation 1 : vérification du titre de la solution de potasse alcoolique fournie

- Titrer une prise d'essai de 20,0 mL de solution de potasse alcoolique (solution d'hydroxyde potassium dans l'éthanol) par une solution d'acide chlorhydrique à $C = 0{,}100\ mol \cdot L^{-1}$ **(R1).**
- Repérer l'équivalence à l'aide de la phénolphtaléine. On note V_{e1} le volume équivalent.

Réaction modélisant la transformation :

(R1)

Manipulation 2 : titrage de l'acide butanoïque

- Peser environ mais avec précision $m = 1\ g$ de beurre salé et le placer dans un erlenmeyer de 100 mL
- Introduire environ 20 mL de solvant (mélange éthanol-isopropanol) pour bien dissoudre le beurre et agiter pendant 5 minutes.
- Ajouter précisément 20,0 mL de solution de potasse alcoolique $(K^+(aq); HO^-(aq))$ fournie. On indique que les ions hydroxydes sont ajoutés en excès **(R2)**
- Titrer par une solution d'acide chlorhydrique à $C = 0{,}100\ mol \cdot L^{-1}$ **(R3) et (R4)**
- Repérer l'équivalence à l'aide de la phénolphtaléine. On note V_{e2} le volume équivalent.

Réactions modélisant la transformation :

(R2)

(R3)

(R4)

a) Relation à l'équivalence de la réaction support (1) : donner l'expression de $n_{HO^-,tot}$ en fonction du volume équivalent V_{e1} et de C, la concentration de la solution d'acide chlorhydrique versée.

b) Relation à l'équivalence de la réaction support (3) : donner l'expression de $n_{HO^-,excès}$ en fonction du volume équivalent V_{e2} et de C, la concentration de la solution d'acide chlorhydrique versée.

c) En déduire la quantité n_{CH_3COOH} présent dans le beurre dosé. Montrer alors que : $IA = \frac{(Ve_1 - Ve_2) \cdot C \cdot M_{KOH}}{m}$

d) Estimer l'incertitudes sur la lecture des volumes V_{e1} et V_{e2} et la masse m.

e) Déterminer l'indice d'acidité IA assorti de son incertitude-type.

f) Répondre à la problématique.