

Contrôle n°8 – 2018

Exercice 1 : Exercice tiré du bac S - 2014 - Pondichéry

Contrôle de la qualité d'un lait :

Le lait de vache est un liquide biologique de densité 1,03. Il est constitué de 87 % d'eau, 4,7 % de lactose et de 3,5 à 4 % de matières grasses (proportions en masse). Il renferme aussi de la caséine, des vitamines A et D, et des ions minéraux : calcium, sodium, potassium, magnésium, chlorure...

L'industrie laitière met en œuvre divers contrôles de qualité du lait, avant de procéder à sa transformation (production de yaourts par exemple) ou à sa commercialisation. Cet exercice est consacré à deux de ces tests : la détermination de l'acidité Dornic et le dosage de la teneur en ions chlorure.

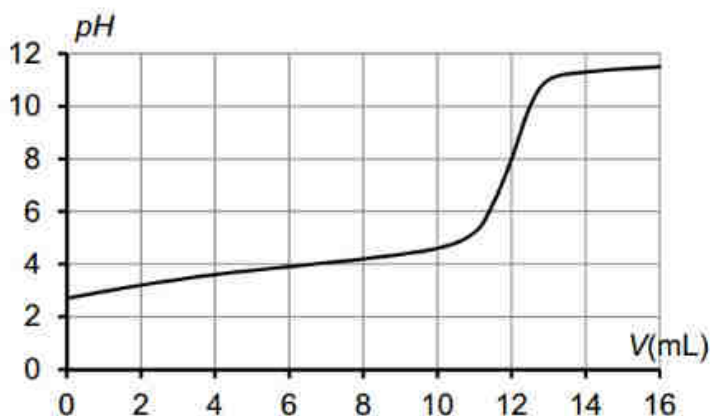
Données : $M_H = 1,0 \text{ g/mol}$ $M_C = 12,0 \text{ g/mol}$ $M_O = 16,0 \text{ g/mol}$ $M_{Na} = 23,0 \text{ g/mol}$
 $M_N = 14,0 \text{ g/mol}$ $M_{Cl} = 35,5 \text{ g/mol}$ $M_{Ag} = 107,9 \text{ g/mol}$

Indicateur coloré	Teinte forme acide	Zone de virage	Teinte forme basique
Hélianthine	Rouge	$3,1 < \text{pH} < 4,4$	Jaune
Bleu de bromothymol	Jaune	$6,0 < \text{pH} < 7,6$	Bleu
Phénolphthaléine	Incolore	$8,0 < \text{pH} < 10,0$	Rosé

Courbe de titrage suivi par pH-métrie de 20,0 mL de solution d'acide lactique de concentration molaire $3,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Conductivités ioniques molaires

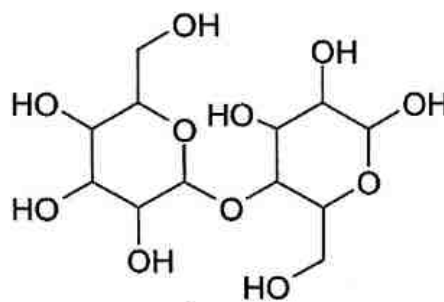
- $\lambda_{Ag^+} = 6,19 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\lambda_{Cl^-} = 7,63 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$
- $\lambda_{NO_3^-} = 7,14 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$



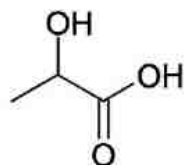
Document : L'échelle d'acidité Dornic :

Un lait frais est légèrement acide, son pH est compris entre 6,6 et 6,8. Cependant, le lactose subit naturellement une dégradation biochimique progressive sous l'effet des bactéries, et il se transforme en acide lactique. En conséquence, plus le pH du lait est faible et moins il est frais.

L'industrie laitière utilise le degré Dornic pour quantifier l'acidité d'un lait. Cette unité doit son nom à Pierre Dornic (1864 - 1933), ingénieur agronome français. Un degré Dornic (1 °D) correspond à 0,1 g d'acide lactique par litre de lait.



Lactose C₁₂H₂₂O₁₁



Acide lactique C₃H₆O₃

Pour être considéré comme frais, un lait doit avoir une acidité inférieure ou égale à 18 °D. Entre 18 °D et 40 °D, le lait caille (il « tourne ») lorsqu'on le chauffe ; c'est la caséine qui floccule.

Au-delà de 40 °D, il caille à température ambiante.

Les yaourts ont une acidité Dornic généralement comprise entre 80 °D et 100 °D.

Tableau de correspondance entre acidité Dornic et pH du lait ⇒

Acidité Dornic (°D)	pH
Inférieure à 18	Entre 6,6 et 6,8
20	6,4
24	6,1
Entre 55 et 60	5,2

1. Méthode Dornic

Un technicien dose l'acidité d'un lait selon la méthode Dornic. C'est-à-dire qu'il réalise le titrage à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+_{(\text{aq})} + \text{HO}^-_{(\text{aq})}$) à $0,111 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$, appelée soude Dornic. Il prélève $10,0 \text{ mL}$ de lait, y ajoute deux gouttes de phénolphtaléine et verse la soude Dornic goutte à goutte en agitant le mélange, jusqu'à obtenir une couleur rose pâle. Le volume de soude versée est alors de $2,1 \pm 0,1 \text{ mL}$. On admettra que l'acidité du lait est uniquement due à l'acide lactique.

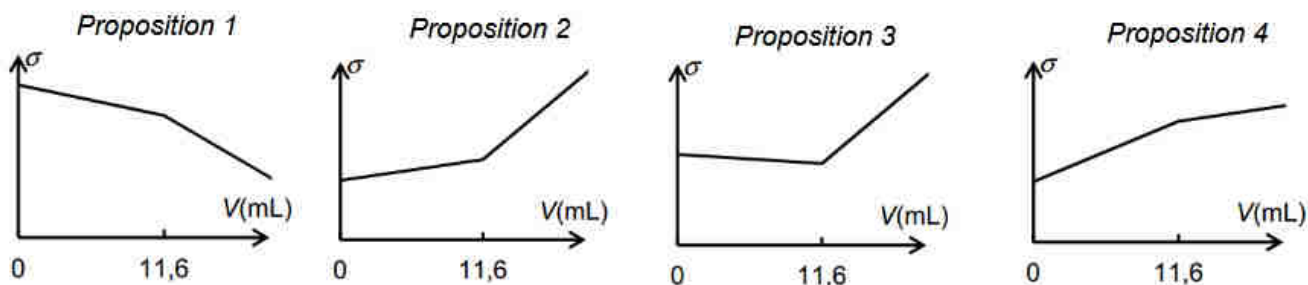
- 1.1. Quels sont les deux groupements présents dans la molécule d'acide lactique ?
- 1.2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- 1.3. Justifier le choix de la phénolphtaléine comme indicateur de fin de réaction.
- 1.4. Pourquoi n'ajoute-t-on que deux gouttes de phénolphtaléine ?
- 1.5. Le lait dosé est-il frais ? Un raisonnement argumenté et des calculs rigoureux sont attendus.
- 1.6. Quel intérêt pratique y-a-t-il à choisir de la soude Dornic pour mesurer l'acidité d'un lait ?

2. Détermination de la teneur en ions chlorure

La mammite est une maladie fréquente dans les élevages de vaches laitières. Il s'agit d'une inflammation de la mamelle engendrant la présence de cellules inflammatoires et de bactéries dans le lait. La composition chimique et biologique du lait est alors sensiblement modifiée. La concentration de lactose diminue, tandis que la concentration en ions sodium et en ions chlorure augmente. Cette altération du lait le rend impropre à la consommation. Dans le lait frais normal, la concentration massique en ions chlorure est comprise entre $0,8 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ et $1,2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Pour un lait « mammiteux », cette concentration est égale ou supérieure à $1,4 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Dans un laboratoire d'analyse, une technicienne titre $20,0 \text{ mL}$ de lait mélangé à 200 mL d'eau déminéralisée par une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $5,00\cdot 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$. Les ions argent réagissent avec les ions chlorure pour former un précipité de chlorure d'argent $\text{AgCl}_{(\text{s})}$. Le titrage est suivi par conductimétrie. Le volume équivalent déterminé par la technicienne est $11,6 \pm 0,1 \text{ mL}$.

- 2.1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.
- 2.2. Parmi les représentations graphiques suivantes, quelle est celle qui représente l'allure de l'évolution de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V de solution de nitrate d'argent versé ? Justifier.



- 2.3. Le lait analysé est-il « mammiteux » ? Une réponse argumentée et des calculs rigoureux sont attendus.

Exercice 2 : Echange de proton

On fait réagir $3,2\cdot 10^{-5} \text{ mol}$ d'acide chloroéthanoïque noté AH avec de l'eau en excès. En fin de réaction la solution aqueuse obtenue de volume $V = 50 \text{ mL}$ a un pH de 3,3.

1. Si cet acide avait été fort, quel aurait dû être le pH final de la solution ?
2. A l'aide de la réelle valeur finale du pH, retrouver la concentration des ions A^- et oxonium.
3. En déduire la concentration finale de l'acide chloroéthanoïque AH.
4. Donner l'expression du K_A de cet acide que l'on notera ici AH. Calculer la valeur du pK_A .
5. En réalité le pK_A de l'acide chloroéthanoïque est de 2,8.
 - 5.1. Pour quelle raison peut-on dire que cet acide est faible ?
 - 5.2. Quelle est, de l'espèce AH ou de l'espèce A^- , celle qui prédomine ? Justifier sans calcul.
6. Déterminer la valeur du rapport $\frac{[\text{A}^-]}{[\text{AH}]}$ dans la solution aqueuse finale de pH = 3,3.
7. Cette solution peut-elle être qualifiée de solution tampon ?