

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

1. DOSAGE PAR CONDUCTIMÉTRIE.

1.1. La quantité de matière se conserve au cours d'une dilution. Le nombre de mole de lait de la solution mère $n_0 = C_0.V_0$ est égal au nombre de mole de lait dans la solution fille $n_s = C_s.V_s$

$$C_0.V_0 = C_s.V_s$$

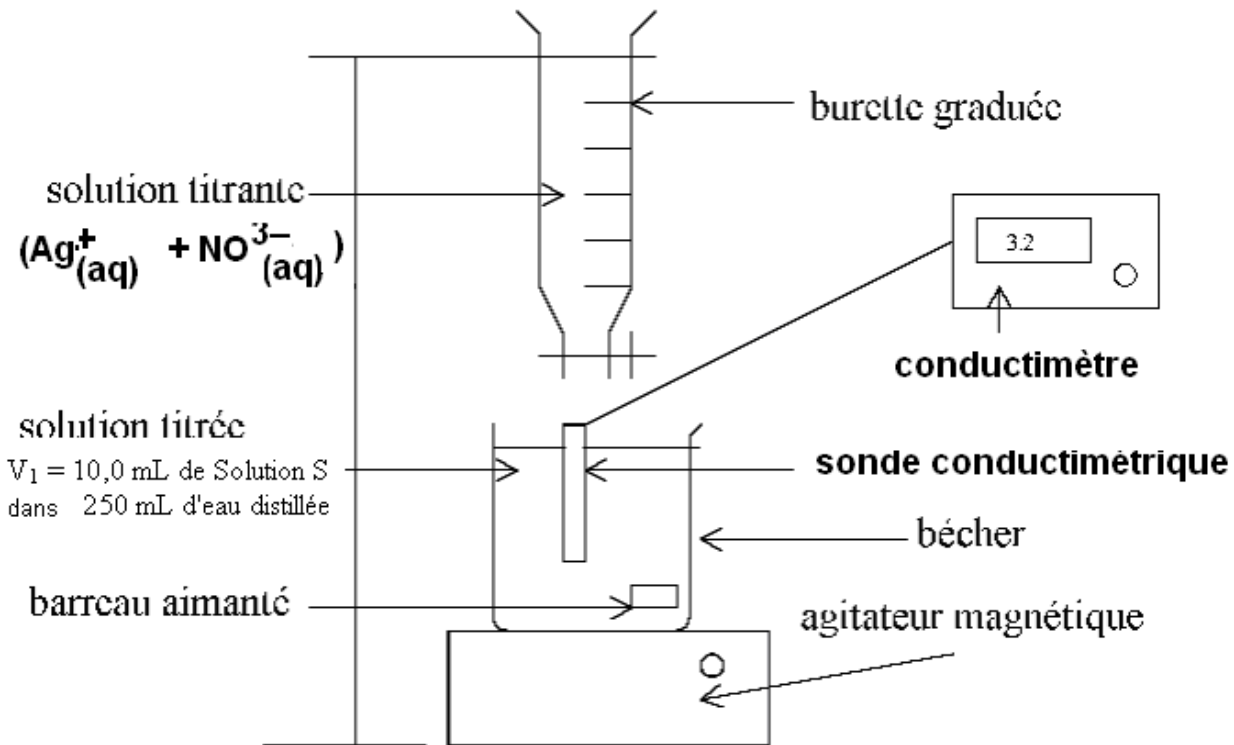
$$\frac{C_0}{C_s} = \frac{V_s}{V_0} = \frac{100}{20} = 5$$

1.2.

1. On verse la solution S dans un bécher (ne jamais prélever directement dans la solution mère sous peine de la souiller).

2. on prélève les 10 mL de solution S avec une pipette jaugée de 10 mL surmonté d'un pipeteur (de couleur rouge rose ou jaune suivant sa sensibilité)

1.3.



1.4 O
r
i
g
i
n
e

d
e

l
a

c
o
n

ductivité initiale de la solution :

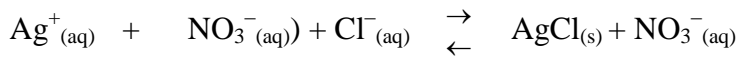
La solution contenait initialement des ions chlorure et évidemment des ions H₃O⁺ et HO⁻ comme dans toute solution aqueuse.

1.5 variation de la valeur de la conductivité :

Expression de la conductivité (on néglige les autres ions de la solution, ils sont en concentration trop faible) :

$$\sigma = \lambda(\text{Cl}^-) \cdot [\text{Cl}^-] + \lambda(\text{NO}_3^-) \cdot [\text{NO}_3^-] + \lambda(\text{Ag}^+) \cdot [\text{Ag}^+]$$

Equation de dosage:



Avant l'équivalence :

Les ions chlorures sont consommés, leur concentration diminue.

La concentration en ions argent est quasi nulle.

La concentration en ions nitrate augmente. A chaque fois qu'un ion chlorure réagit un ion nitrate tombe dans le bécher. C'est comme si un ion nitrate remplaçait un ion chlorure. Comme les ions chlorure ont une meilleure conductivité molaire ionique, la conductivité diminue.

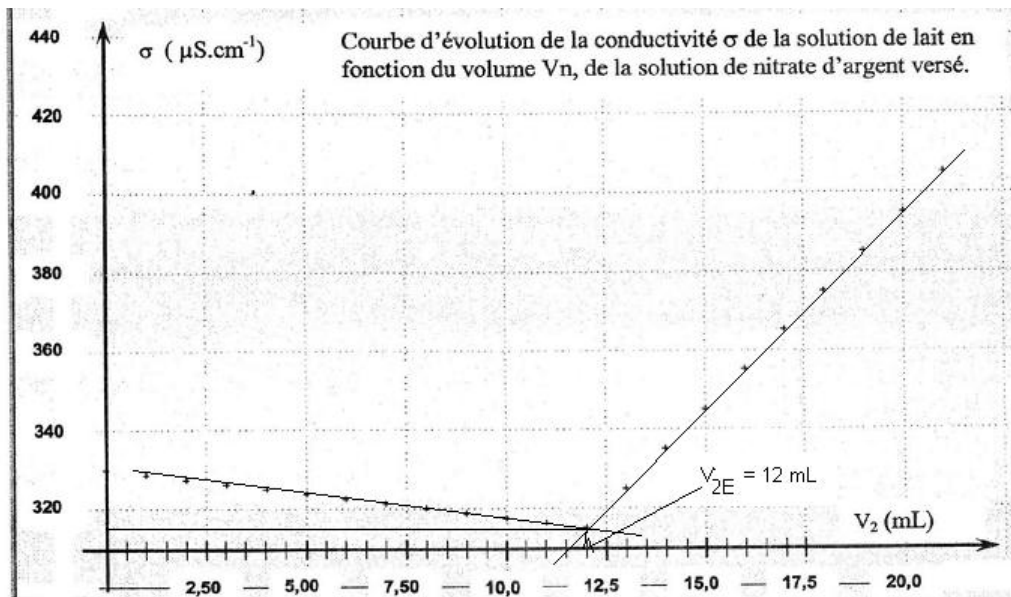
Après équivalence.

Il n'y a plus d'ions chlorure.

La concentration en ion argent et nitrate augmente., donc la conductivité augmente.

$$\begin{aligned} \text{À } 25^\circ\text{C} : \quad \lambda(\text{Cl}^-_{(\text{aq})}) &= 76,3 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \lambda(\text{NO}_3^-_{(\text{aq})}) &= 71,4 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \lambda(\text{Ag}^+_{(\text{aq})}) &= 61,9 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{S} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

1.6 Quand la pente change de signe, on se trouve au point équivalent. Les réactifs sont introduits dans les proportions stœchiométriques.

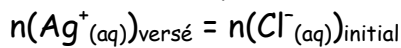


1.7. Le volume $V_{2E} = 12 \text{ mL}$

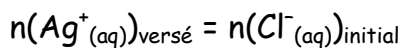
1.8. Quelle est à l'équivalence la relation entre la quantité de matière en ions argent introduits et la quantité de matière en ions chlorure initialement présents ?

Les réactifs sont introduits dans les proportions

stœchiométriques :



1.9



$$C_2 \cdot V_{2E} = n(\text{Cl}^-_{(\text{aq})})_{\text{initial}} = C_S \cdot V_1$$

$$C_S = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1}$$

$$C_S = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 12,0}{10,0} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

D'après la question 1.1. on a :

$$\frac{C_0}{C_S} = \frac{V_S}{V_0}$$

$$C_0 = \frac{C_S \cdot V_S}{V_0}$$

avec $C_S = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1}$

$$C_0 = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1} \cdot \frac{V_S}{V_0} = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 12,0}{10,0} \times \frac{100,0}{20,0} = 3,00 \times 10^{-2} \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$$

1.10. Masse d'ions chlorure présents dans le lait étudié et conclure.

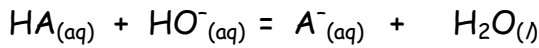
$$t = C_0 \cdot M(\text{Cl}^-) = 3,00 \times 10^{-2} \times 35,5$$

$$t = 1,07 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$$

La masse d'ion chlorure dans un litre de solution est de 1,07g. Elle est bien comprise entre 1,0 g et 2,0 g par litre de lait.

2. DOSAGE DE L'ACIDE LACTIQUE

2.1. Equation de la réaction qui se produit lors du mélange.



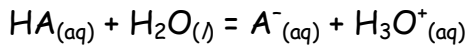
Une réaction de dosage doit être rapide et totale.

2.2.

Constante d'acidité correspondant au couple $\text{H}_2\text{O}/\text{HO}^-_{(\text{aq})}$



Constante d'acidité correspondant au couple $\text{HA}_{(\text{aq})}/\text{A}^-_{(\text{aq})}$



$$K_{A3} = K_{A3} = \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

Constante de réaction K

$$K = \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

En multipliant K par l'expression suivante

$$\frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}$$

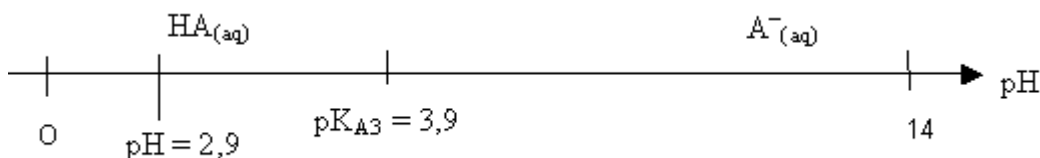
On obtient :

$$K = \frac{[\text{A}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{HA}_{(\text{aq})}]_{\text{éq}} \cdot [\text{HO}^-_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}} \cdot \frac{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}}{[\text{H}_3\text{O}^+_{(\text{aq})}]_{\text{éq}}} = \frac{K_{A3}}{K_{A1}} = \frac{10^{-\text{p}K_{A3}}}{10^{-\text{p}K_{A1}}} = 10^{\text{p}K_{A1} - \text{p}K_{A3}} = 10^{14 - 3,9} = 1,3 \cdot 10^{10}$$

$K \gg 10^3$ la réaction est quasi totale.

2.3. Au début du dosage, $\text{pH} = 2,9$

D'après le diagramme de prédominance ci dessous l'espèce prédominante est $\text{HA}_{(\text{aq})}$.



2.4. On a $\text{pH} = \text{p}K_{A3} + \log ([\text{A}^-]_{\text{éq}} / [\text{HA}]_{\text{éq}})$

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 ?

La relation liant le pK_A le pH et les concentrations d'acide et de base est :

$$pH = pK_{A3} + \log\left(\frac{[A_{(aq)}^-]_{\acute{e}q}}{[HA_{(aq)}]_{\acute{e}q}}\right)$$

Lorsque l'acide et la base sont en concentration égale alors :

$$\frac{[A_{(aq)}^-]_{\acute{e}q}}{[HA_{(aq)}]_{\acute{e}q}} = 1$$

$$pH = pK_{A3} + \log\left(\frac{[A_{(aq)}^-]_{\acute{e}q}}{[HA_{(aq)}]_{\acute{e}q}}\right) = pK_{A3} + \log 1$$

$$pH = pK_{A3}$$

D'après le tableau de valeur le volume de base versé est alors $V_b = 6 \text{ mL}$

2.5. A l'équivalence les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques :

$$n_{HA} = n_{HO^-}(\text{versé})$$

$$n_{HA} = C_B \cdot V_{BE}$$

$$n_{HA} = 5,00 \times 10^{-2} \times 12,0 \times 10^{-3} = 6,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

Dans $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de lait, il y a $6,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$ d'acide lactique.

2.6

La concentration massique en acide lactique du lait est :

$$t(HA) = \frac{m_{HA}}{V_A} = \frac{n_{HA} \cdot M(HA)}{V_A}$$

$$t(HA) = \frac{6,00 \times 10^{-4} \times 90}{20,0 \times 10^{-3}} = 2,7 \text{ g.L}^{-1}$$

$t_{HA} = 2,7 \text{ g.L}^{-1} > 1,8 \text{ g.L}^{-1}$ donc le lait n'est pas frais la faute à qui ?