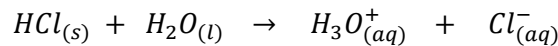


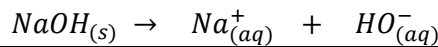
IMPORTANT : A savoir en préambule

L'acide Chlorhydrique est un solide ionique de formule brute $HCl_{(s)}$. En solution aqueuse, l'acide Chlorhydrique réagit totalement avec l'eau selon la réaction :



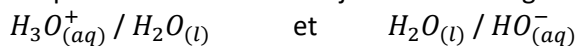
⇒ Une solution aqueuse d'acide Chlorhydrique est donc constituée d'ions $H_3O^+_{(aq)}$ et $Cl^-_{(aq)}$.

L'hydroxyde de sodium est également un solide ionique de formule brute $NaOH_{(s)}$. En solution aqueuse, il se dissocie totalement selon la réaction :



⇒ Une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (appelée également de la « soude ») est donc constituée d'ions $Na^+_{(aq)}$ et $HO^-_{(aq)}$.

1. Les couples acide base mise en jeu lors du titrage sont donc :



⇒ La réaction support du titrage s'écrit donc : $H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow 2.H_2O_{(l)}$

2. Par lecture graphique, on trouve $V_E = 11,2 \text{ mL}$

3. a- D'après les coefficients stœchiométriques de la réaction support du titrage, l'expression s'écrit :

$$\frac{C_1 \times V_1}{1} = \frac{C_B \times V_E}{1}$$

b- D'après la relation précédente, il vient que :

$$C_1 = \frac{C_B \times V_E}{V_1}$$

$$C_1 = 1,12 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

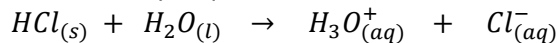
4. L'énoncé nous indique que la solution S_0 a été diluée d'un facteur de dilution $F = 1000$.

Par suite,

$$C_0 = F \times C_1$$

$$C_0 = 11,2 \text{ mol.L}^{-1}$$

5. La transformation totale de l'acide Chlorhydrique dans l'eau s'écrit :



Par suite, en notant C_{ac} la concentration molaire en acide Chlorhydrique apportée.

$$C_{ac} = C_0$$

Notons alors $M(HCl)$ la masse molaire d'acide Chlorhydrique.

$$M(HCl) = M(Cl) + M(H)$$

$$M(HCl) = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

Et donc la masse de d'acide Chlorhydrique dissout dans un volume $V_{sol} = 1 \text{ L}$ de solution s'écrit :

$$m_0 = C_{ac} \times M(HCl) \times V_{sol}$$

$$m_0 = 409 \text{ g}$$

6. Notons ρ_{ac} la masse volumique de la solution acide Chlorhydrique.

$$\rho_{ac} = d \times \rho_{eau}$$

Par suite, la masse d'un litre de la solution S_0 s'écrit :

$$m = d \times \rho_{eau} \times V_{sol} \quad \text{Avec } \rho_{eau} = 1000 \text{ g.L}^{-1}$$

$$m = 1160 \text{ g}$$

7. a- Notons t_{ac} le titre massique de la solution S_0

$$t_0 = \frac{m_0}{m} \times 100$$

$$t_0 = 35,3 \%$$

b- D'après l'énoncé, nous pouvons constater que le titre massique de la solution est supérieur au 33 % minimum.

L'indication de l'étiquette est bien correcte.

8. Par lecture graphique, on trouve approximativement le même volume à l'équivalence.

Pour cela la méthode employée s'effectue en 4 temps.

- Tracer une tangente à la courbe en un point situé avant le saut de pH.
- Tracer une deuxième tangente, parallèle à la première, en un autre point situé cette fois ci-après le saut de pH.
- Tracer ensuite une droite équidistance et parallèle aux deux tangentes.
- Le volume à l'équivalence est alors l'abscisse du point d'intersection entre la dernière droite et la courbe.

Partie 1

- La conductivité initiale de la solution S est due à la présence des ions chlorure en solution (ainsi que nécessairement d'un cation non indiqué dans l'énoncé).
- Au cours du dosage, il est possible de construire le tableau de variation suivant :

Concentration des :	Avant l'équivalence	Après l'équivalence
Ion Chlorure ($Cl^-_{(aq)}$)	Diminue (consommée par les ions argent)	Est nulle (réactif limitant du titrage)
Ion nitrate ($NO_3^-_{(aq)}$)	Augmente (introduit au cours du titrage)	Augmente (introduit au cours du titrage)
Ion argent ($Ag^+_{(aq)}$)	Est nulle (réactif limitant du titrage)	Augmente (réactif en excès du titrage)

- Avant l'équivalence

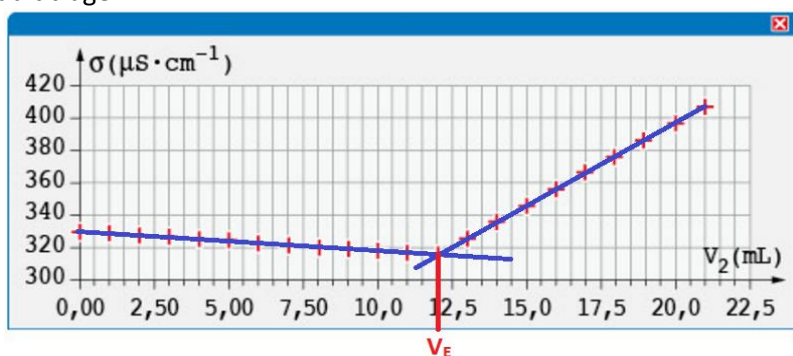
Les données m'indiquent que : $\lambda_{Cl^- (aq)} > \lambda_{NO_3^- (aq)}$

⇒ La conductivité de la solution diminue légèrement au cours du titrage.

- Après l'équivalence

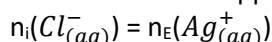
Les concentrations des ions augmentent, la conductivité de la solution augmente donc également au cours du titrage.

3.



⇒ Par lecture graphique : $V_E = 12,0 \text{ mL}$

4. D'après l'équation de la réaction support du titrage, à l'équivalence, nous pouvons écrire :



5. Par suite,

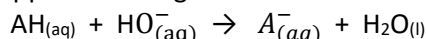
$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_E$$

$$\Rightarrow C_1 = \frac{C_2 \cdot V_E}{V_1}$$

$$\Rightarrow C_1 = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1}$$

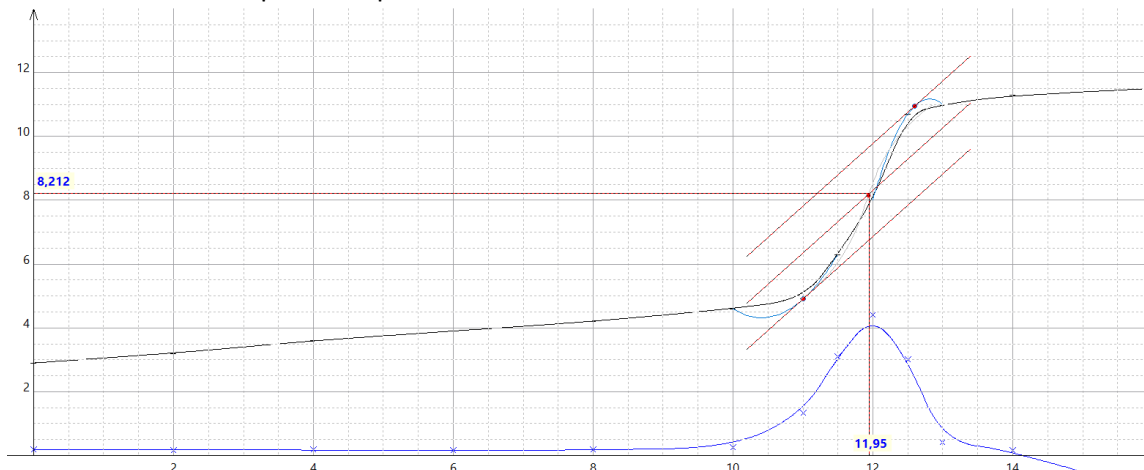
Partie 2

6. a- L'équation support du titrage s'écrit :



b- La réaction doit être totale, unique et rapide.

7. a- Traçons la courbe du suivi pH-métrique :



⇒ Par lecture graphique, à l'aide de la méthode des tangentes, on trouve : $V_E = 12,0 \text{ mL}$.

b- Notons n_A la quantité d'acide lactique présent dans le volume V_A .

D'après la réaction support du titrage :

$$n_A = C_B \cdot V_E$$

$$\Rightarrow n_A = 6,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

8. Notons m la masse d'acide lactique présent dans 1 L de lait.

$$\Rightarrow m = C_m(\text{acide lactique}) \cdot V \quad \text{Avec } V = 1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow m = C_A \cdot M(\text{AH}) \cdot V \quad \text{Avec } C_A = \frac{n_A}{V_A}$$

$$\Rightarrow m = \frac{n_A}{V_A} \cdot M(\text{AH}) \cdot V$$

$$\Rightarrow m = 2,7 \text{ g} > 1,8 \text{ g} \quad \text{Le lait n'est pas frais.}$$

9. $U_m = m \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{U_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{U_{C_B}}{C_B}\right)^2} = 0,6 \text{ g}$

N°36 page 83

1. L'un des produits de la fermentation de l'acide lactique est le dihydrogène formé à l'état de gazeux.

Ainsi le dihydrogène formé au cœur du fromage, ne pouvant pas s'échapper, va entraîner un gonflement de ce dernier.

2. La réaction support du titrage s'écrit : $C_4H_8O_2(aq) + HO^-(aq) \rightarrow C_4H_7O_2^-(aq) + H_2O(l)$

3. a- L'équivalence du titrage est l'instant où les réactifs titrant et titré sont introduits en proportion stœchiométriques.

b- Le volume à l'équivalence, lors d'un titrage conductimétrique, est repérable lors de la rupture de la pente de la courbe de la conductivité mesurée en fonction du volume d'espèce chimique titrante versé.

c- Par lecture graphique, le volume à l'équivalence vaut : $V_E = 6,4 \text{ mL}$

Problème à résoudre

• Notons n_{ab} la quantité d'acide butanoïque présent dans 8 g de beurre titré. D'après la réaction support du titrage, il vient que :

$$\frac{n_{ab}}{1} = \frac{C \cdot V_E}{1} \quad \text{Avec } V_E = 6,4 \times 10^{-3} \text{ L}$$

$$\Rightarrow n_{ab} = 2,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$$

• Notons ensuite m_{ab} la masse d'acide butanoïque présent dans 8 g de beurre titré.

$$m_{ab} = M(C_4H_8O_2) \times n_{ab}$$

$$\Rightarrow m_{ab} = 0,23 \text{ g}$$

• Notons enfin $P(ab)$ le pourcentage massique de d'acide butanoïque dans le beurre.

$$P(ab) = \frac{m_{ab}}{m} \times 100 \quad \text{Avec } m = 8,0 \text{ g}$$

$$\Rightarrow P(ab) = 2,8 \% < 4 \%$$

\Rightarrow Le beurre n'est pas rance.

N°37 page 84

1. a- Notons N_c le nombre de canette de soda correspondant à la dose journalière admissible de caféine pour une personne adulte.

L'énoncé nous indique que la masse d'une personne adulte est de $m = 70 \text{ kg}$. Notons alors m_c la masse de caféine ingérable par jour pour un adulte.

$$m_c = DJA_c \times m \quad \text{Avec } DJA_c = 5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$\Rightarrow m_c = 350 \text{ mg}$$

Par suite, l'énoncé nous indique qu'une canette contient environ $m_{canette} = 35 \text{ mg}$ de caféine.

$$N_c = \frac{m_c}{m_{canette}}$$

$$\Rightarrow N_c = 10 \text{ canettes}$$

b- Notons $C(\text{caf})$ la concentration en caféine du soda choisi.

$$C(\text{caf}) = \frac{Cm(\text{caf})}{M} \quad \text{Avec } Cm(\text{caf}) : \text{ la concentration massique en caféine du soda}$$

$$Cm(\text{caf}) = \frac{m_{canette}}{V_{canette}} \quad \text{Avec } V_{canette} = 33 \times 10^{-2} \text{ L}$$

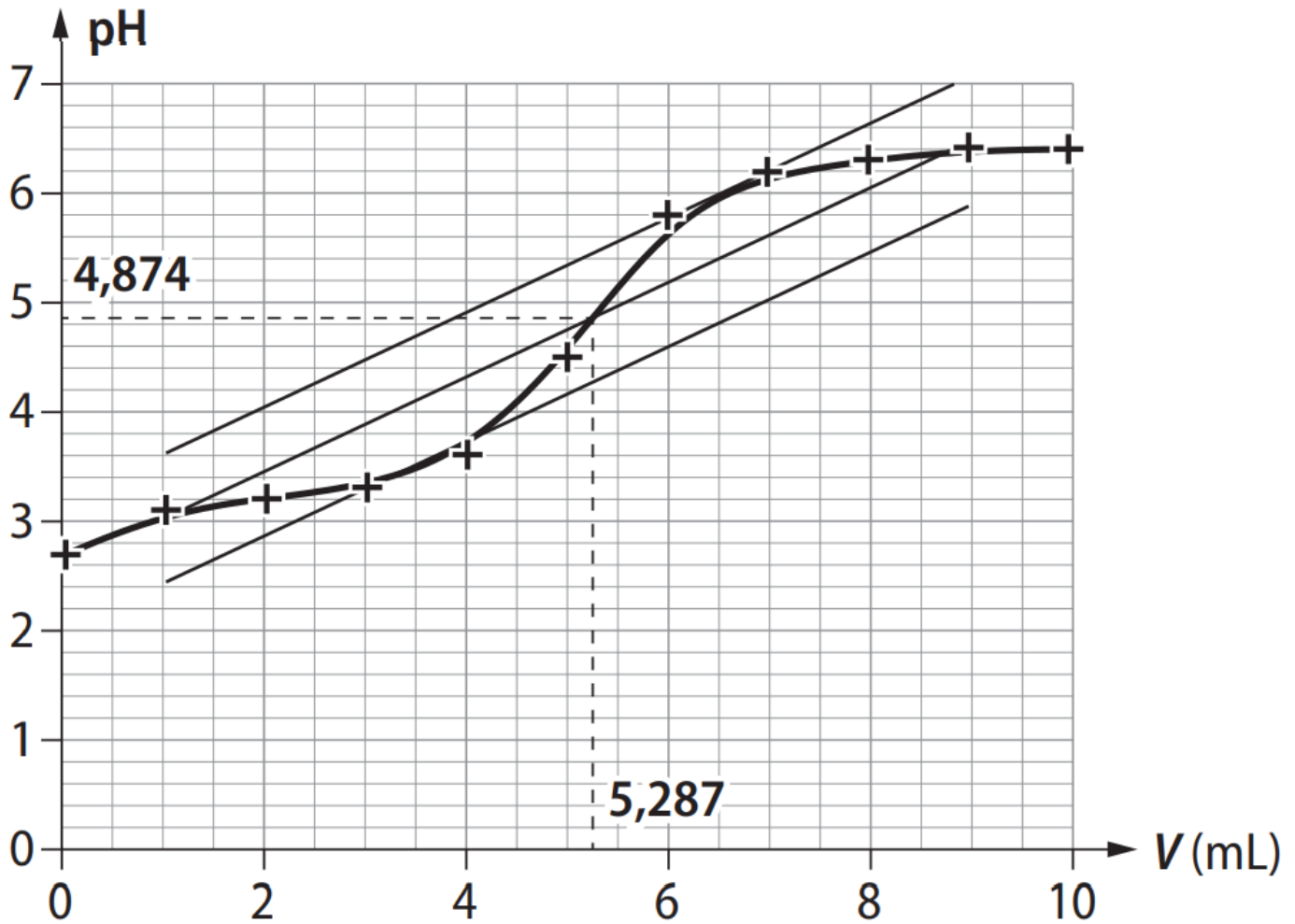
$$\Rightarrow C(\text{caf}) = \frac{m_{canette}}{M \times V_{canette}} \quad \text{Avec } m_{canette} = 35 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$$\Rightarrow C(\text{caf}) = 5,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

2. La réaction support du titrage s'écrit : $H_3PO_4(aq) + HO^-(aq) \rightarrow H_2PO_4^-(aq) + H_2O(l)$

Problème à résoudre

- A l'aide du suivi pH métrique du titrage, il est dans un premier temps possible de tracer la courbe du titrage.



⇒ A l'aide de la méthode des tangentes, on lit le volume à l'équivalence : $V_E = 5,3 \text{ mL}$

- Notons ensuite C_p la concentration en acide phosphorique de la canette de soda. D'après la réaction support du titrage, il vient que :

$$\frac{C_p \times V}{1} = \frac{c \times V_E}{1}$$

$$\Rightarrow C_p = \frac{c \times V_E}{V}$$

$$\Rightarrow C_p = 5,3 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$

- Notons ensuite m_p la masse d'acide phosphorique contenue dans une canette.

$$\Rightarrow m_p = C_p \times M(\text{H}_3\text{PO}_4) \times V_{\text{canette}}$$

$$\Rightarrow m_p = C_p \times [3.M(\text{H}) + M(\text{P}) + 4.M(\text{O})] \times V_{\text{canette}}$$

$$\Rightarrow m_p = 0,17 \text{ g}$$

- Notons alors m_{phos} la masse d'acide phosphorique ingérable par jour pour un adulte.

$$m_{\text{phos}} = DJA_p \times m \quad \text{Avec } DJA_p = 70 \text{ mg.kg}^{-1}$$

$$\Rightarrow m_{\text{phos}} = 4,9 \text{ g}$$

Notons enfin N_p le nombre de canette de soda correspondant à la dose journalière admissible d'acide phosphorique pour une personne adulte.

$$N_p = \frac{m_{\text{phos}}}{m_p}$$

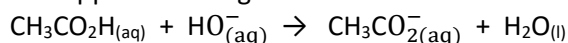
$$\Rightarrow N_p = 28 \text{ canettes}$$

N°38 page 85

- Notons ρ la masse volumique du vinaigre utilisée.
 $\Rightarrow \rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$ Avec $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$
 $\Rightarrow \rho = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$
- L'énoncé m'indique qu'il est nécessaire de disposer d'un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de vinaigre dilué dix fois.
 \Rightarrow Réalisons alors une solution d'un volume $V_f = 50,0 \text{ mL}$ de vinaigre dix fois.
Notons V_m le volume de la solution mère de vinaigre à prélever.
 $\Rightarrow V_m = \frac{V_f}{F}$ Avec $F = 10$
 $\Rightarrow V_m = 5,0 \text{ mL}$

Protocole

- A l'aide d'une pipette jaugée de 5,0 mL munie d'une pro-pipette, prélever un volume de 5,0 mL de la solution de vinaigre.
 - Intégrer le volume prélevé dans une fiole jaugée de 50,0 mL.
 - Ajouter de l'eau distillé jusqu'à la moitié du volume puis agiter la solution.
 - Compléter avec de l'eau distillé jusqu'au trait de jauge puis homogénéiser la solution ainsi obtenue.
- L'équation support du titrage s'écrit :



Synthèse

Notons C_A la concentration en acide éthanoïque du vinaigre dilué dix fois. D'après le titrage effectué :

$$\begin{aligned} \Rightarrow C_A \cdot V_A &= C_B \cdot V_E \\ \Rightarrow C_A &= \frac{C_B V_E}{V_A} \\ \Rightarrow C_A &= 0,133 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

Par suite, notons C la concentration en acide éthanoïque de la solution de vinaigre.

$$\begin{aligned} \Rightarrow C &= C_A \cdot F \\ \Rightarrow C &= 1,33 \text{ mol.L}^{-1} \end{aligned}$$

Notons ensuite t le titre massique en acide éthanoïque de la solution de vinaigre.

$$\begin{aligned} \Rightarrow t &= \frac{C \cdot M}{\rho} \\ \Rightarrow t &= 0.0798 \approx 8\% \\ \Rightarrow \text{La valeur indiquée sur l'étiquette est valide.} \end{aligned}$$