

Vérifier l'essentiel **EN AUTONOMIE**

Pour chaque question, choisir la ou les bonnes réponses. ➔ SOLUTIONS EN PAGE 593



1 Caractériser une solution

	A	B	C
1 Le titre massique d'une solution est :	le quotient de la masse de soluté par la masse de la solution.	le produit de la masse de soluté par la masse de la solution.	le quotient de la masse de solution par la masse de soluté.
2 Le titre massique d'une solution peut être égal à :	0,25	$25 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$	25 %
3 La masse volumique et la densité :	ont la même unité.	n'ont pas d'unité.	sont deux grandeurs différentes.

2 Titrage

	A	B	C
4 La réaction support d'un titrage est :	lente.	limitée.	unique.
5 Un titrage permet de déterminer :	une concentration.	une masse.	une quantité de matière.
6 Lors d'un titrage, le réactif limitant :	est le réactif titré jusqu'à l'équivalence.	est le réactif titrant jusqu'à l'équivalence.	change à l'équivalence.

3 Titrage avec suivi pH-métrique

	A	B	C
7 L'équivalence peut être toujours repérée :	par un changement de couleur.	par une méthode logicielle.	par une méthode géométrique.
8 À l'équivalence, les quantités de matière de l'acide et de la base :	sont égales.	sont toutes les deux nulles.	sont en proportions stœchiométriques.
9 La courbe bleue permet de déterminer l'équivalence lors du titrage d'une base par un acide.			

4 Titrage avec suivi conductimétrique

	A	B	C
10 En fonction du volume de la solution titrante versé, on suit l'évolution :	de l'absorbance de la solution.	du pH de la solution.	de la conductivité de la solution.
11 La pente de la courbe de titrage :	reste constante au cours du titrage.	dépend des conductivités molaires ioniques des ions.	dépend des concentrations des ions.
12	D'après le graphique, le volume équivalent est $V_E = 11,0 \text{ mL}$.	D'après le graphique, le volume équivalent est $V_E = 12,0 \text{ mL}$.	D'après le graphique, le volume équivalent est $V_E = 11,2 \text{ mL}$.

Acquérir les bases

1 Caractériser une solution

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

- Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.

→ Acquérir les bases : 15 → S'entraîner : 28

DONNÉE

- ▶ Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,00 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

13 Acide sulfurique concentré

On dispose au laboratoire d'une solution aqueuse d'acide sulfurique concentré de titre massique $w = 95 \%$.

Donnée : masse molaire du soluté $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Que signifie $w = 95 \%$?
2. Comparer sa teneur en acide à celles utilisées dans les batteries par exemple, et dont le titre massique est $w < 51 \%$.
3. Calculer la densité de la solution du laboratoire sachant que sa concentration en quantité de matière est $17,8 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

14 Ammoniac

L'étiquette d'un flacon d'ammoniac commercial NH_3 , conservé au laboratoire dans une armoire ventilée, indique un titre massique $w = 20 \%$.



1. Comment cette solution peut-elle être préparée ?
2. On peut lire ces valeurs de la densité et de la masse molaire du soluté : $d = 0,95$ et $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Déterminer la concentration en quantité de matière de soluté dans cette solution.

15 Solution d'acide phosphorique

Une solution aqueuse commerciale d'acide phosphorique a une densité $d = 1,6$ et un titre massique $w = 75 \%$.

Donnée : masse molaire du soluté $M(\text{H}_3\text{PO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Calculer sa concentration en quantité de matière.
2. Lister le matériel nécessaire à la réalisation d'une dilution.
3. Indiquer comment préparer $1,0 \text{ L}$ d'acide phosphorique à $0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ à partir d'une solution commerciale.

2 Titration

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

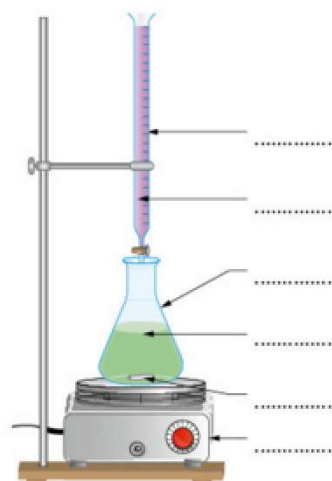
- Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale.

→ Acquérir les bases : 17

16 Qu'est-ce qu'un titrage ?

Pour déterminer la quantité de matière d'une espèce chimique A, on réalise son titrage à l'aide d'une espèce chimique B.

1. Recopier et compléter la légende du schéma.
2. Comment évolue la quantité de matière des espèces chimiques en fonction du volume de solution titrante versé ?
3. Définir l'équivalence du titrage.



17 Composition du système chimique

On réalise le titrage de l'ibuprofène, noté RCO_2H , par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière c_B .

Données :

- Couples acide-base mis en jeu : $\text{RCO}_2\text{H}(\text{aq}) / \text{RCO}_2^-(\text{aq})$; $\text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HO}^-(\text{aq})$.

1. Écrire l'équation de la réaction chimique, support du titrage.
2. Quelles caractéristiques doit posséder une réaction chimique pour être utilisée lors d'un titrage ?
3. On se place à l'état final de la réaction à trois moments différents : avant l'équivalence, à l'équivalence et après l'équivalence.

Le tableau suivant permet de déterminer l'état du système chimique. Recopier et compléter le tableau en remplaçant les pointillés par les signes $<$, $>$ ou $=$.

Justifier les réponses.

Avant l'équivalence	À l'équivalence	Après l'équivalence
$n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}}) - x$... 0	$n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}}) - x$... 0	$n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}}) - x$... 0
$n(\text{HO}^-_{\text{versé}}) - x$... 0	$n(\text{HO}^-_{\text{versé}}) - x$... 0	$n(\text{HO}^-_{\text{versé}}) - x$... 0
$n(\text{HO}^-_{\text{versé}})$... $n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}})$	$n(\text{HO}^-_{\text{versé}})$... $n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}})$	$n(\text{HO}^-_{\text{versé}})$... $n(\text{RCO}_2\text{H}_{\text{initial}})$

3 Titration avec suivi pH-métrique

EN AUTONOMIE

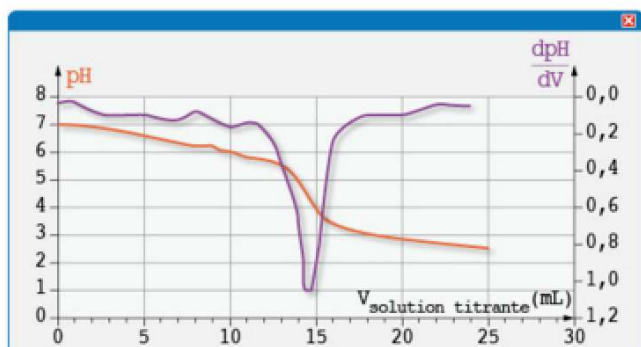
Ce qu'on attend de moi le jour du BAC

- Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.

Acquérir les bases : 21 S'entraîner : 24 25

18 Titration d'un acide ou d'une base ?

On a tracé cette courbe de titrage à l'aide d'un logiciel :



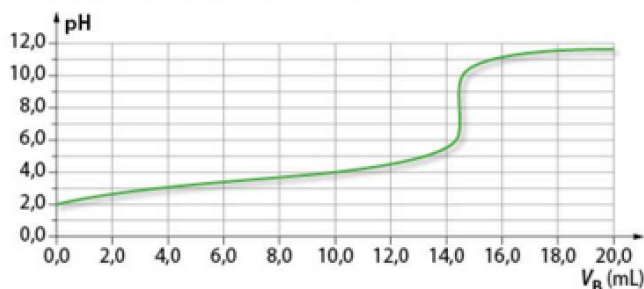
1. Schématiser le dispositif expérimental utilisé.
2. Expliquer comment repérer l'équivalence.
3. La solution titrée est-elle un acide ou une base ? Justifier la réponse.
4. Quelle autre méthode aurait-on pu utiliser ? La décrire.

19 « Vitamine C 500 »

L'acide ascorbique $C_6H_8O_6$, couramment dénommé vitamine C, est présent dans de nombreux fruits et légumes, et sous forme de comprimés en pharmacie.

- On écrase un comprimé de « vitamine C 500 ».
- On dissout la poudre dans un peu d'eau distillée, puis on introduit l'ensemble dans une fiole jaugée de 100,0 mL. On complète avec de l'eau distillée pour obtenir après homogénéisation la solution S.
- On en prélève un volume $V_A = 10,0$ mL que l'on dose par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration en quantité de matière $c_B = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Voici la courbe de titrage obtenue :



Données :

- Masse molaire $M(C_6H_8O_6) = 176 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Couples acide-base mis en jeu : $C_6H_8O_6(aq) / C_6H_7O_6^-(aq)$; $H_2O(l) / HO^-(aq)$.

1. Écrire l'équation de la réaction support du dosage.
2. En utilisant du papier-calque, déterminer graphiquement le volume équivalent.

3. Calculer la quantité d'acide ascorbique dans les 10,0 mL de solution titrée.

4. En déduire la masse m (en mg) d'acide ascorbique contenue dans un comprimé. Justifier le titre de l'exercice.

20 Volume équivalent



Au cours d'une séance de TP, des élèves réalisent le titrage de l'acide éthanoïque d'un vinaigre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium.

Les valeurs des volumes équivalents V_E déterminés par les différents binômes sont regroupées ci-dessous.

• Binômes 1 à 16

N°	1	2	3	4	5	6	7	8
V_E (en mL)	12,2	11,9	16,3	12,3	12,4	11,8	12,0	11,2

N°	9	10	11	12	13	14	15	16
V_E (en mL)	11,6	12,9	11,7	12,1	11,5	12,8	11,9	12,0

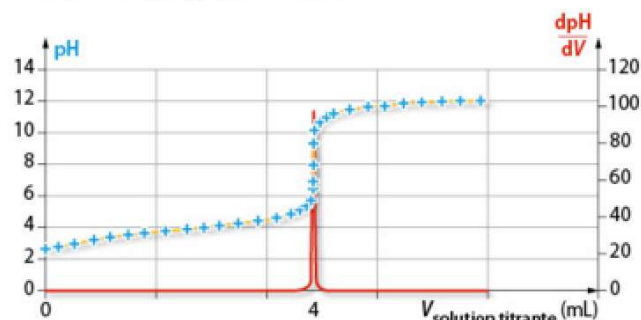
1. Proposer une méthode permettant de déterminer le volume équivalent.
2. Pourquoi les valeurs sont-elles différentes ?
3. Expliquer pourquoi une (ou des) valeur(s) est (sont) aberrante(s). Que faut-il faire ?
4. a. Quelle est la meilleure estimation de la valeur du volume V_E (FICHE PRATIQUE → p. 538) ?
b. Calculer la valeur de l'incertitude-type associée.
c. Donner alors le résultat final du volume V_E .

21 Condition physique d'un cheval

La condition physique d'un cheval de course est liée à la concentration d'acide lactique dans ses muscles pouvant entraîner des crampes douloureuses après une compétition. Le seuil de fatigue correspond à une concentration en acide lactique dans le sang, supérieure à $3,5 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Un vétérinaire prélève sur un cheval le volume $V = 1,00$ mL de sang dont il extrait l'acide lactique. Cet acide est dissout dans l'eau pour obtenir une solution S de volume $V_S = 50,00$ mL qu'il titre par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+(aq)$, $HO^-(aq)$) de concentration en quantité de matière : $c_1 = 1,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Données : couples acide-base mis en jeu

 $AH(aq) / A^-(aq)$; $H_2O(l) / HO^-(aq)$.

1. Écrire l'équation de la réaction, support du dosage, en utilisant la notation AH pour l'acide lactique.
2. Expliquer comment déterminer le volume équivalent.
3. Calculer la concentration en quantité de matière d'acide lactique c_S de la solution S.
4. Quel est l'état physique du cheval ?

4 Titrage avec suivi conductimétrique

EN AUTONOMIE

Ce qu'on attend de moi le jour du **BAC**

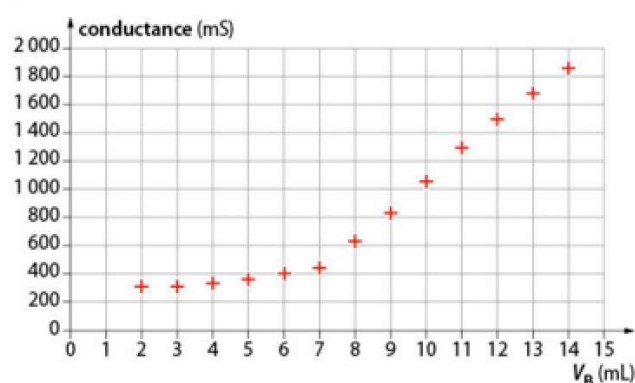
- Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.
- Justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe de titrage à l'aide de données sur les conductivités molaires ioniques.

Acquérir les bases : 23 S'entraîner : 26 27 30

22 Titrage de l'aspirine

On prépare $V = 250$ mL d'une solution S en dissolvant une masse $m = 0,32$ g d'acide acétylsalicylique, noté AH, dans de l'eau distillée.

Un échantillon de volume $V_A = 100$ mL est titré par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration $c_B = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Un suivi du titrage par conductimétrie donne la courbe suivante :



Données :

- Masse molaire $M(\text{AH}) = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Couples acide-base mis en jeu : $\text{AH}(\text{aq}) / \text{A}^-(\text{aq})$; $\text{H}_2\text{O}(\text{l}) / \text{HO}^-(\text{aq})$.

- Écrire l'équation de la réaction acide-base support du titrage.
- Justifier l'allure de la courbe.
- Déterminer le volume V_E de solution d'hydroxyde de sodium versé à l'équivalence.

4. Pour la solution S, calculer :

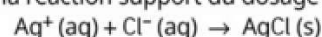
- la concentration c_A en quantité de matière d'acide acétylsalicylique ;
 - la masse d'acide acétylsalicylique.
- Est-elle compatible avec la valeur m donnée ?

23 Titrage des ions chlorure

Dans un laboratoire d'analyse, un technicien titre les ions chlorure dans 20,0 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 en quantité de matière $5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Les ions argent réagissent avec les ions chlorure pour former un précipité de chlorure d'argent $\text{AgCl}(\text{s})$.

L'équation de la réaction support du dosage est :



Le titrage est suivi par conductimétrie.

Données :

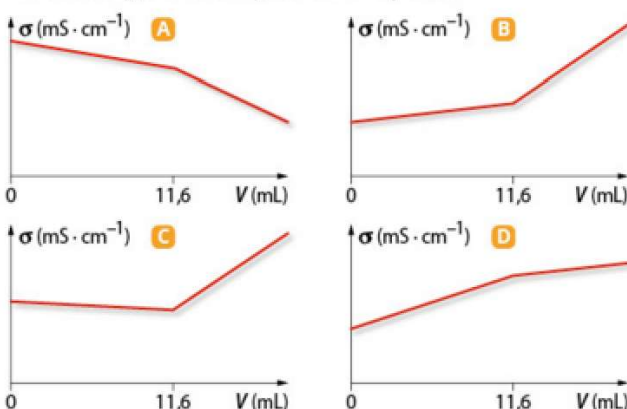
- Conductivités molaires ioniques à 25 °C :

$$\lambda_{\text{Cl}^-(\text{aq})} = 76,3 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{NO}_3^-(\text{aq})} = 71,4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{Ag}^+(\text{aq})} = 61,9 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

- Schématiser le montage expérimental.
- Parmi les représentations graphiques A à D, 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 la réponse.



- Quel est le volume équivalent ? Justifier la réponse.

Faire le point avant d'aller plus loin

Pour vérifier ses connaissances, répondre aux questions suivantes (sans regarder le cours !)

PRÉPA
BAC

Définir le titre massique d'une solution.

Donner la différence entre densité et masse volumique.

Définir un titrage.

Citer les propriétés d'une transformation chimique qui sert de support à un titrage.

Schématiser le dispositif expérimental d'un titrage.

Définir l'équivalence d'un titrage.

Expliquer les différentes méthodes de détermination de l'équivalence lors d'un titrage suivi par pH-métrie ou conductimétrie.

Interpréter l'évolution des pentes d'une courbe de titrage conductimétrique.

Retrouver ces questions en version numérique

bordas
Flash
PAGE
cartes
mémor

Exercice résolu

EN AUTONOMIE

24 Solution commerciale diluée



On dispose d'une solution commerciale S d'acide chlorhydrique de densité $d = 1,19$ et de titre massique $w = 37\%$.

On prépare une solution diluée dont un échantillon de volume $V_A = 10,0$ mL est titré avec suivi pH-métrique. La solution titrante est la soude ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$) à la concentration $c_B = 3,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le volume de soude versé pour atteindre l'équivalence est $V_E = 20,0$ mL.

Données :

- Couples acide-base mis en jeu : $\text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HO}^-(\text{aq})$; $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$.
- Masse molaire du soluté dans la solution S : $M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Incertitudes-types : $u_{V_E} = 0,16 \text{ mL}$; $u_{V_A} = 0,10 \text{ mL}$; $u_{c_B} = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1. Déterminer la concentration c_{com} en quantité de matière de la solution S.

2. Écrire l'équation de la réaction acide-base support du titrage réalisé.

3. Déterminer la concentration c en quantité de matière de la solution diluée.

4. Calculer l'incertitude-type u_c sur cette concentration sachant que :

$$\frac{u_c}{c} = \sqrt{\left(\frac{u_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u_{c_B}}{c_B}\right)^2}$$

5. Préciser quelle verrerie a pu être utilisée pour préparer la solution diluée.

LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

► La densité et le titre massique sont deux grandeurs qui caractérisent une solution commerciale.

LES VERBES D'ACTION

► **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.

► **Préciser** : apporter une information nouvelle.

EXEMPLE DE RÉDACTION

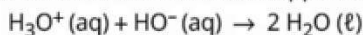
1. La concentration en quantité de matière est $c_{\text{com}} = \frac{m_{\text{soluté}}}{M \cdot V}$.

À partir de l'expression du titre massique $w = \frac{m_{\text{soluté}}}{m_{\text{solution}}}$, on déduit que

$m_{\text{soluté}} = m_{\text{solution}} \cdot w = \rho \cdot V \cdot w = \rho_{\text{eau}} \cdot d \cdot V \cdot w$ donc :

$$c_{\text{com}} = \frac{\rho_{\text{eau}} \cdot d \cdot V \cdot w}{M \cdot V} = \frac{\rho_{\text{eau}} \cdot d \cdot w}{M} \quad \text{AN : } c_{\text{com}} = \frac{1,0 \times 10^3 \times 1,19 \times 0,37}{36,5} \quad \text{soit } c_{\text{com}} = 12 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

2. L'équation de la réaction acide-base support du titrage est :



3. À l'équivalence, on a : $n(\text{H}_3\text{O}^+) = n(\text{HO}^-)$ soit $c \cdot V_A = c_B \cdot V_E$. D'où $c = \frac{c_B \cdot V_E}{V_A}$.

$$\text{AN : } c = \frac{3,00 \times 10^{-2} \times 20,0}{10,0} \quad \text{soit } c = 6,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

$$4. u_c = c \cdot \sqrt{\left(\frac{u_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u_{c_B}}{c_B}\right)^2} \quad \text{AN : } u_c = 6,0 \times 10^{-2} \times \sqrt{\left(\frac{0,16}{20,0}\right)^2 + \left(\frac{0,10}{10,0}\right)^2 + \left(\frac{0,010}{3,00 \times 10^{-2}}\right)^2} ; u_c = 0,020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

5. Le facteur de dilution est $\frac{c_{\text{com}}}{c}$, soit $\frac{12}{6,00 \times 10^{-2}} = 200$. Donc, pour préparer la solution diluée, on peut utiliser une pipette jaugée de 1 mL et une fiole jaugée de 200 mL.

QUELQUES CONSEILS

3. Utiliser la définition de l'équivalence.

5. Calculer le facteur de dilution.

EXERCICE SIMILAIRE

25 Titrage acide-base



On dispose d'une solution commerciale S d'acide sulfurique de densité $d = 1,82$ et de titre massique $w = 92\%$.

On prépare une solution diluée dont un échantillon de volume $V_A = 20,0$ mL est titré avec suivi pH-métrique.

La solution titrante est la soude ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$) à la concentration $c_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le volume de soude versé pour atteindre l'équivalence est $V_E = 10,0$ mL.

Données :

- Couples acide-base : $\text{H}_2\text{O}(\ell) / \text{HO}^-(\text{aq})$; $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) / \text{H}_2\text{O}(\ell)$.
- Masse molaire du soluté dans la solution S : $M(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Incertitudes-types : $u_{V_E} = 0,15 \text{ mL}$; $u_{V_A} = 0,10 \text{ mL}$; $u_{c_B} = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

■ Reprendre les questions 1 à 4 de l'exercice 24.

Exercice résolu EN AUTONOMIE

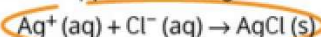
26 Des larmes artificielles



Ces unidoses de larmes artificielles contiennent une solution aqueuse de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{Cl}^-(\text{aq})$) de titre massique $w = 0,9\%$ et dont la densité est $d = 1,0$.

On dose 5,0 mL de ces larmes artificielles (dans 1 unidosse) par une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq})$, $\text{NO}_3^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière $c = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

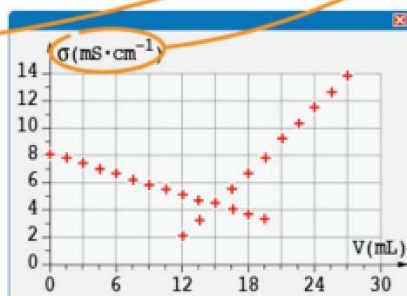
L'équation support du titrage est :



On enregistre la courbe ci-contre :

Donnée : masse molaire $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. **Préciser** de quel type de titrage il s'agit.
2. Quel est le volume versé à l'équivalence ?
3. **Déterminer** la quantité de matière d'ions chlorure présents dans 1 unidosse de 5,0 mL de larmes artificielles.
4. **En déduire** la masse de chlorure de sodium dissout, contenu dans 1 unidosse. La **comparer** à celle indiquée par le fabricant sur la boîte.



LES CLÉS DE L'ÉNONCÉ

- ▶ L'**équation support** permet de connaître la stœchiométrie de la réaction.
- ▶ La **grandeur** sur l'axe des ordonnées informe sur la méthode de titrage utilisée.

LES VERBES D'ACTION

- ▶ **Préciser** : apporter une information nouvelle.
- ▶ **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.
- ▶ **En déduire** : intégrer la donnée précédente pour répondre.
- ▶ **Comparer** : mettre en regard deux résultats pour en identifier les différences ou les similitudes.

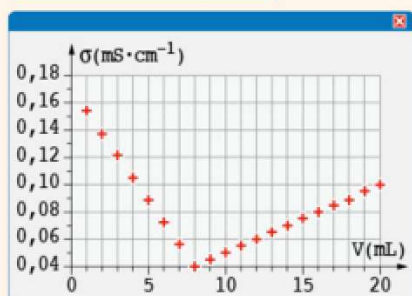
EXEMPLE DE RÉDACTION

1. La conductivité σ montre qu'il s'agit d'un titrage suivi par conductimétrie.
2. On trace sur du papier-calque deux segments de droite passant par le maximum de points. Leur intersection a pour abscisse $V_E = 15 \text{ mL}$.
3. À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stœchiométriques : $n(\text{Cl}^-) = n(\text{Ag}^+)$ donc $n(\text{Cl}^-) = c \cdot V_E$.
AN : $n(\text{Cl}^-) = 5,00 \times 10^{-2} \times 15 \times 10^{-3}$ soit $n(\text{Cl}^-) = 7,5 \times 10^{-4} \text{ mol}$.
4. $m(\text{NaCl}) = n(\text{NaCl}) \cdot M(\text{NaCl})$
Or $n(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-)$ donc $m(\text{NaCl}) = n(\text{Cl}^-) \cdot M(\text{NaCl})$
AN : $m(\text{NaCl}) = 7,5 \times 10^{-4} \times 58,5$ soit $m(\text{NaCl}) = 4,4 \times 10^{-2} \text{ g}$.
Comme $d = 1,0$ alors 1 unidosse de volume 5,0 mL a pour masse 5,0 g.
Le fabricant annonce un titre massique $w = 0,9\%$, donc la masse dans 1 unidosse est : $m(\text{NaCl}) = w \cdot m_{\text{solution}} = 0,9 \times 10^{-2} \times 5,0$ soit $m(\text{NaCl}) = 4,5 \times 10^{-2} \text{ g}$, cette valeur est voisine de la masse calculée ($4,4 \times 10^{-2} \text{ g}$).

QUELQUES CONSEILS

2. Penser à prolonger les deux portions de droite.
4. Tenir compte de la densité de la solution.

EXERCICE SIMILAIRE



27 Une lotion capillaire

On désire vérifier que le pourcentage en masse de chlorure de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{Cl}^-(\text{aq})$) dissout dans une lotion capillaire correspond à 0,1 %, valeur indiquée sur le contenant.

On réalise un titrage suivi par conductimétrie d'un échantillon de lotion de 10 mL par une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+(\text{aq})$, $\text{NO}_3^-(\text{aq})$) dont la concentration est $c = 2,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équation support du titrage est : $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$. La courbe de titrage obtenue est présentée ci-contre.



Données : masse molaire $M(\text{NaCl}) = 58,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; densité de la lotion $d = 0,98$.

1. Préciser le volume versé à l'équivalence.
2. Déterminer la quantité de matière d'ions chlorure présents dans l'échantillon de lotion.
3. En déduire la masse de chlorure de sodium dissout, contenu dans cet échantillon. La comparer à celle indiquée par le fabricant.

S'entraîner pour maîtriser

SAVOIR RÉDIGER

28 Proposer une correction de la solution donnée par un élève à l'énoncé.

Énoncé

Les produits chimiques sont commercialisés purs ou en solutions très concentrées. À partir de ces composés, les laborantins préparent les solutions diluées utilisées en TP. On dispose d'une solution d'acide nitrique concentré HNO_3 dont le titre massique est $w = 90\%$. La masse volumique de cette solution est $\rho = 1,4 \times 10^3 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

Donnée : masse molaire $M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. À quoi correspond le titre massique ?
2. Calculer la concentration en quantité de matière d'acide nitrique dans cette solution concentrée.
3. On souhaite préparer une solution diluée à $2,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Quelle verrerie faudra-t-il utiliser ?

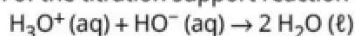
Solution proposée par un élève

1. Le titre massique est le quotient de la masse d'acide nitrique par la masse d'un litre de solution.) Considérer un échantillon donné
2. La masse d'un litre de solution est 1,4 kg et il contient $0,90 \times 1,4 = 1,26 \text{ kg}$ de HNO_3
soit : $n = \frac{1,26}{63} = 0,020 \text{ mol}$.) Garder la même unité
Sa concentration en quantité de matière est $c = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.
3. Il faut diluer d'un facteur 10, donc utiliser une pipette jaugée de 10 mL pour une fiole jaugée de 100 mL.

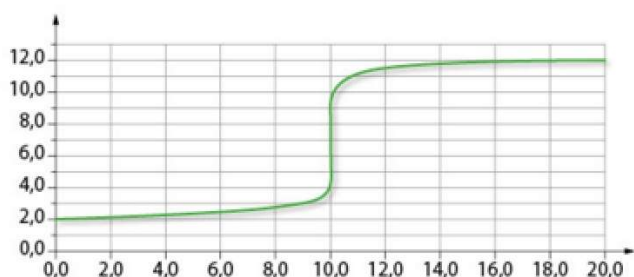
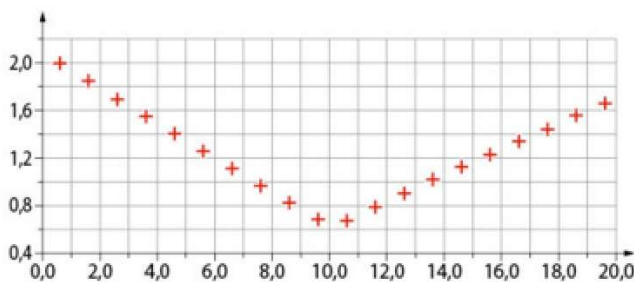
29 From a graph

Two aqueous solutions of hydrogen chloride are titrated by caustic soda (aqueous solution of sodium hydroxide), one by pH-metry and the other by conductometry.

The equation of the titration support reaction is:



Graphs of results obtained during titrations are as follows.



Data: ionic molar conductivity at 25 °C

$$\lambda_{\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})} = 34.98 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1};$$

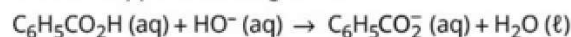
$$\lambda_{\text{Na}^+(\text{aq})} = 5.011 \text{ mS} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

1. Specify the quantities represented on the axes of the graphs, as well as their units.
2. Determine the equivalent volume in both cases.
3. Explain the appearance of the graph obtained during the titration by conductometry.

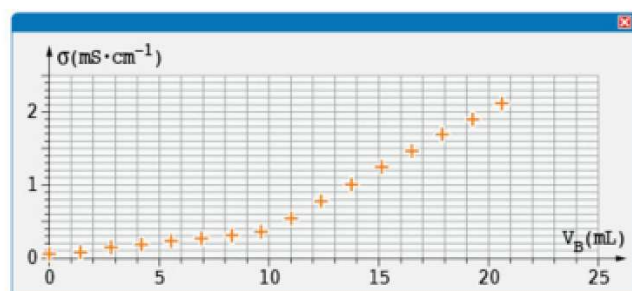
30 Acide benzoïque DÉMARCHES DIFFÉRENCIÉES

On titre par conductimétrie un volume $V = 100,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse S d'acide benzoïque $\text{C}_6\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$ par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+(\text{aq})$, $\text{HO}^-(\text{aq})$) de concentration en quantité de matière : $c_B = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La réaction support du titrage est :



Voici la courbe obtenue :



DÉMARCHÉ EXPERTE

Calculer la concentration c en quantité de matière d'acide benzoïque dans la solution S.

DÉMARCHÉ AVANCÉE

1. Déterminer le volume équivalent.
2. Établir la relation entre les quantités de matière d'acide benzoïque et d'ions hydroxyde.
3. En déduire la concentration c en quantité de matière d'acide benzoïque dans la solution S.

31 Acide chlorhydrique commercial

Sur l'étiquette d'un flacon d'acide chlorhydrique concentré, pris dans l'armoire du laboratoire, on lit :

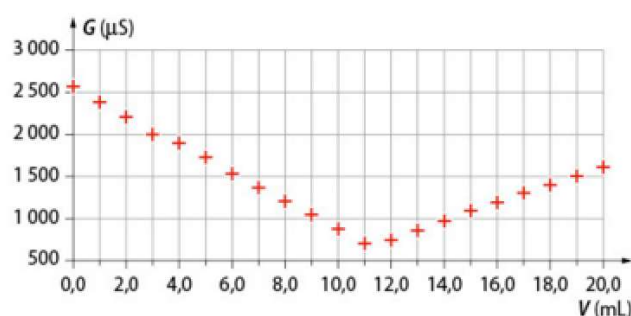
densité $d = 1,16$ titre massique $w = 33\%$ minimum

On appelle S_0 la solution de ce flacon, dont on veut connaître la concentration c_0 en quantité de matière.

On dilue 1 000 fois la solution S_0 , on obtient alors une solution S_1 de concentration c_1 .

On prélève précisément un volume $V_1 = 100,0$ mL de solution S_1 que l'on dose (par conductimétrie) par une solution aqueuse titrante d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = 1,00 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

La représentation graphique de la conductance de la solution en fonction du volume V de solution titrante versé est donnée ci-dessous.



1. Écrire l'équation de la réaction acide-base support du titrage.

2. En utilisant du papier-calque, déterminer graphiquement le volume V_E versé à l'équivalence.

3. a. Écrire l'expression reliant c_1 , c_B , V_E et V_1 .

b. Calculer la concentration c_1 en quantité de matière de la solution S_1 d'acide chlorhydrique diluée.

4. En déduire la concentration c_0 de la solution S_0 d'acide chlorhydrique concentrée.

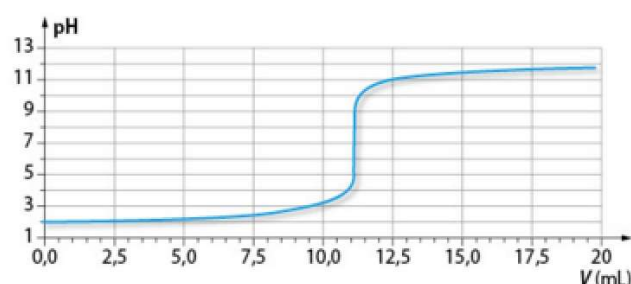
5. Calculer la masse m_0 de soluté dissout dans un litre de solution.

6. Quelle est la masse m d'un litre de solution S_0 ?

7. a. Calculer le titre massique de la solution S_0 .

b. L'indication de l'étiquette du flacon d'acide chlorhydrique concentré est-elle correcte ?

8. On dose maintenant par pH-métrie la solution S_1 avec la même solution titrante. Voici la courbe obtenue :



En utilisant du papier-calque, déterminer graphiquement le volume V_E versé à l'équivalence en explicitant la méthode employée.

JE VÉRIFIE QUE J'AI...

▶ correctement tracé les deux segments de droite pour trouver l'équivalence.

32 Évolution suivie par Python



On étudie le titrage d'une solution d'acide AH par la soude ($\text{Na}^+ (\text{aq})$, $\text{HO}^- (\text{aq})$).

Pour suivre l'évolution des quantités de matière des espèces en fonction du volume de solution titrante versé, on rédige un programme en langage Python, le voici :

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 import numpy as np
3
4 c_B=0.1 #concentration (mol/L) de la solution titrante
5 V_A=20 #volume initial (mL) de solution titrée
6 V_E=20 #volume équivalent (mL)
7 c_A =c_B*V_E/V_A
8
9 V_B1=np.linspace(0,V_E,V_E*10+1)
10 n_a1=(c_A*V_A-c_B*V_B1)*1e-3
11 n_b1=c_B*V_B1*1e-3
12 n_B1=0*V_B1
13
14 V_B2=np.linspace(V_E,V_E*1.5,V_E*10+1)
15 n_a2=0*V_B2
16 n_b2=(0*V_B2+c_B*V_E)*1e-3
17 n_B2=c_B*(V_B2-V_E)*1e-3
18
19 plt.plot(V_B1,n_a1,color="blue")
20
21
22 plt.plot(V_B2,n_a2,color="blue")
23
24
25 plt.show()
```

L'exécution du programme permet de tracer ces courbes :



Données :

• Couples acide-base : $\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^- (\text{aq})$; $\text{AH} (\text{aq}) / \text{A}^- (\text{aq})$.

1. Écrire l'équation de la réaction acide-base support du titrage.

2. a. Indiquer la ligne du programme codant l'information correspondant à la concentration en quantité de matière de la solution titrée. Justifier la réponse.

b. Calculer la valeur de cette concentration.

3. Écrire les instructions cachées des lignes 20 et 23 permettant de tracer l'évolution de la quantité de matière d'ions $\text{A}^- (\text{aq})$ en fonction du volume de solution titrante versé.

4. Représenter l'allure de la courbe que l'on obtiendrait si on souhaitait suivre l'évolution de la quantité d'ions $\text{HO}^- (\text{aq})$ en fonction du volume de solution titrante versé.

JE VÉRIFIE QUE J'AI...

▶ compris qu'à l'équivalence il y a changement de réactif limitant.

EXERCICES

33 Titrage du lait

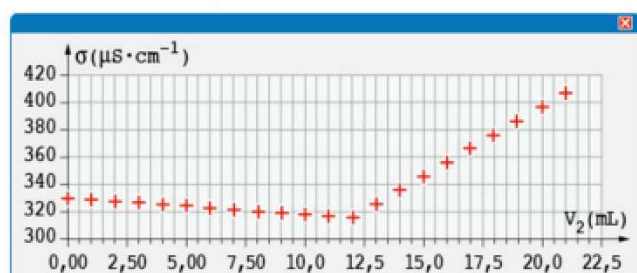


Avant de procéder à sa transformation ou à sa commercialisation, le lait doit subir divers contrôles pour garantir sa qualité et préserver la santé des consommateurs.

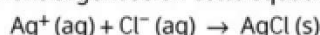
PARTIE 1

On verse un volume $V_1 = 10,0 \text{ mL}$ de lait dans un bécher et on y plonge une sonde conductimétrique. On ajoute, mL par mL, une solution aqueuse S de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ (\text{aq})$, $\text{NO}_3^- (\text{aq})$) de concentration $c_2 = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Le suivi conductimétrique du titrage permet d'obtenir à l'aide d'un logiciel la courbe d'évolution de la conductivité σ du milieu réactionnel en fonction du volume V_2 de la solution de nitrate d'argent versé.



La transformation chimique met uniquement en jeu les ions chlorure et les ions argent selon cette équation de réaction :



Données :

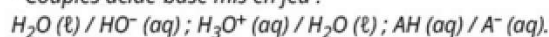
• Conductivités molaires ioniques à 25°C :

$$\lambda_{\text{Cl}^- (\text{aq})} = 76,3 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{NO}_3^- (\text{aq})} = 71,4 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} ;$$

$$\lambda_{\text{Ag}^+ (\text{aq})} = 61,9 \times 10^{-4} \text{ S} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}.$$

• Couples acide-base mis en jeu :



• Masse molaire de l'acide lactique $M(\text{AH}) = 90 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

• Incertitudes-types : $u_{V_E} = 0,16 \text{ mL}$; $u_{V_A} = 0,10 \text{ mL}$;

$$u_{c_B} = 0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}.$$

1. Quelle est l'origine de la conductivité initiale de la solution S ?

2. Interpréter la variation de la valeur de la conductivité σ du milieu réactionnel au cours du dosage.

Coup de pouce

► Seuls les ions participent à la conductivité de la solution, pas le solide formé. Comparer les valeurs des conductivités molaires ioniques et se rappeler qu'à l'équivalence, il y a changement de réactif limitant.

3. Déterminer, en utilisant du papier-calque, le volume V_E de solution de nitrate d'argent, versé à l'équivalence.

4. Quelle est alors la relation entre la quantité de matière en ions argent introduits et la quantité de matière en ions chlorure initialement présents ?

5. En déduire la concentration c_1 en quantité de matière d'ions chlorure dans le lait.

PARTIE 2

On considère qu'un lait frais a une concentration en acide lactique (noté AH) inférieure à $1,8 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

En supposant que c'est le seul acide présent dans le lait étudié, on effectue un dosage de cet acide par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ (\text{aq})$, $\text{HO}^- (\text{aq})$), ou soude, de concentration $c_B = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

On prélève un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de lait que l'on place dans un bécher et on suit l'évolution du pH en fonction du volume V_B de soude versé.

On obtient ces valeurs :

$V_B (\text{en mL})$	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	11
pH	2,9	3,2	3,6	3,9	4,2	4,6	4,9

$V_B (\text{en mL})$	11,5	12	12,5	13	14	16
pH	6,3	8,0	10,7	11,0	11,3	11,5

6. a. Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors du mélange.

b. Quelles caractéristiques doit présenter cette réaction pour être adaptée à un dosage ?

7. a. Déterminer le volume V_E de solution de soude, versé à l'équivalence.

b. En déduire la quantité de matière d'acide lactique présent dans le volume V_A de lait.

8. Quelle est la masse m d'acide lactique présent dans un litre de lait ? Conclure.

9. Évaluer l'incertitude-type sur la masse m sachant que :

$$\frac{u_m}{m} = \sqrt{\left(\frac{u_{V_E}}{V_E}\right)^2 + \left(\frac{u_{V_A}}{V_A}\right)^2 + \left(\frac{u_{c_B}}{c_B}\right)^2}$$

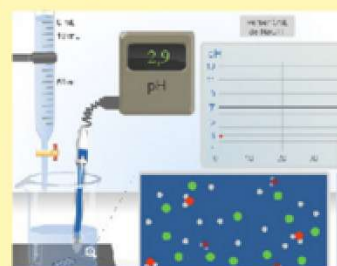
À L'ORAL

34 Titrage pH-métrique

Préparer un exposé oral permettant d'expliquer cette animation :

ANIMATION

Titration pH-métrique



Les mots-clés à utiliser

- pH
- agitateur magnétique
- barreau aimanté
- solutions titrée et titrante
- saut de pH
- équivalence

Ce court exposé devra pouvoir être réalisé sans note écrite.

35 RETOUR SUR LA PAGE D'OUVERTURE

Les laboratoires effectuent régulièrement des analyses d'eau.

Préparer un exposé oral expliquant une technique d'analyse de l'eau pour déterminer sa concentration en un ou plusieurs de ses ions.



Développer ses compétences

36 Analyser un beurre RÉSOLUTION DE PROBLÈME

(A/N/RAI) Proposer une stratégie de résolution

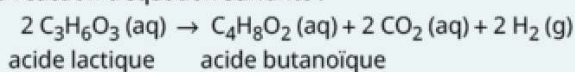


Comme tous les produits frais, les laitages s'altèrent très vite et ne se conservent pas longtemps, des normes existent pour encadrer le taux de certains de leurs composés.

DOC 1 Beurre et fromage rances

L'acide butanoïque est l'un des composés responsables de l'odeur très forte et du goût piquant de certains fromages et beurres rances.

■ Dans les fromages, il est produit par fermentation de l'acide lactique du lait en présence de la bactérie *Clostridium tyrobutyricum*. Cette fermentation est modélisée par la réaction d'équation suivante :



Les premiers signes de cette fermentation sont généralement visibles après 6 à 10 semaines d'affinage, et se manifestent par un goût rance et, très souvent, un gonflement, voire un éclatement des fromages.

■ Le beurre est sensible à la réaction d'oxydation du butanal par le dioxygène de l'air qui forme l'acide butanoïque.

Un beurre est rance si son pourcentage massique en acide butanoïque est supérieur ou égal à 4 %.

Donnée : masse molaire $M(\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2) = 88,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

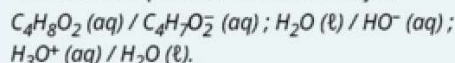


DOC 2 Protocole expérimental

On considère qu'au cours du titrage de l'acide butanoïque, seul celui-ci réagit avec le réactif titrant.

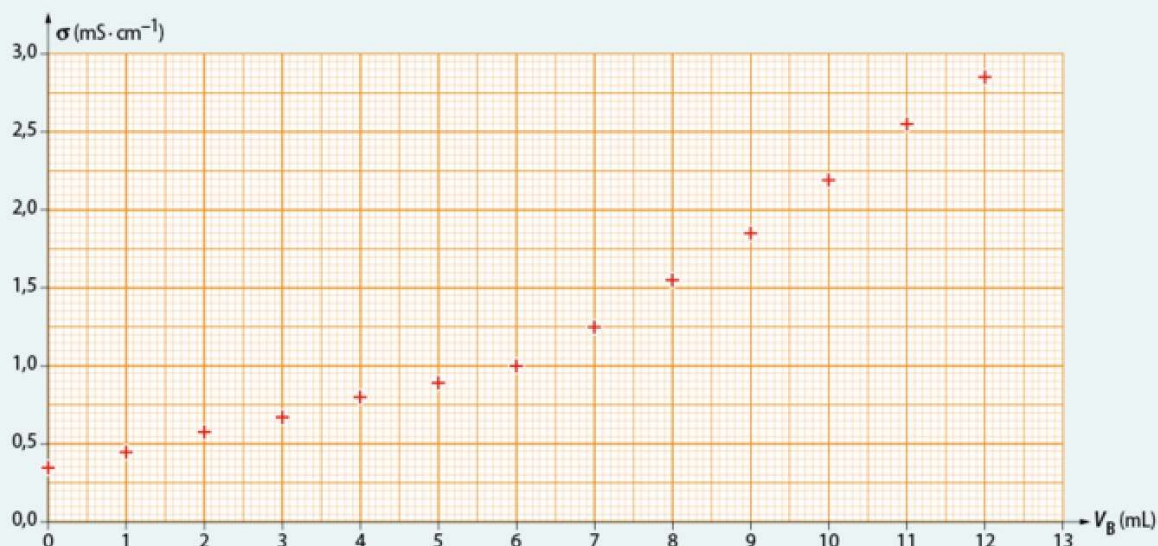
- ▶ Dans un bécher, on introduit 8,0 g de beurre fondu auquel on ajoute un grand volume d'eau distillée, on obtient ainsi une solution S. On agite ensuite afin de dissoudre dans l'eau la totalité de l'acide butanoïque présent dans le beurre.
- ▶ On plonge dans le bécher la sonde d'un conductimètre, puis on verse, mL par mL, une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ (\text{aq})$, $\text{HO}^- (\text{aq})$) de concentration $c = 4,0 \times 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Après chaque ajout de solution titrante, on mesure la conductivité σ de la solution S dans le bécher.

Données : couples acide-base mis en jeu



DOC 3 Courbe de titrage

La courbe représentant les variations de la conductivité σ de la solution S en fonction du volume V_B de solution d'hydroxyde de sodium, versé lors du titrage de l'acide butanoïque, est donnée ci-dessous.



QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

- Justifier le gonflement des fromages lors de la fermentation de l'acide lactique.
- Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
- Définir l'équivalence.
 - Comment peut-on repérer le volume équivalent sur la courbe fournie (Doc. 3) ?
 - Déterminer sa valeur après avoir reproduit la courbe.

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Le beurre analysé est-il rance ?

Il est attendu une prise d'initiatives et une présentation de la démarche suivie même si elle n'a pas abouti, et de justifier toute réponse.

37 Un soda universel RÉSOLUTION DE PROBLÈME

(AN/RAI) Proposer une stratégie de résolution

Les différents ingrédients qui composent les boissons doivent être contrôlés, ils peuvent causer potentiellement des problèmes de santé tels que le diabète, l'insuffisance rénale, etc.

DOC 1 Boisson au cola

Au XIX^e siècle, une boisson à base de feuilles de coca et de noix de cola était préconisée par son inventeur comme remède contre les problèmes gastriques.



Une boisson de ce type est actuellement vendue partout comme soda. Sur l'étiquette, on lit :

Ingrédients :

eau gazéifiée au dioxyde de carbone ; sucre ; colorant (caramel) ; conservateur (acide benzoïque) ; acidifiant (acide phosphorique) ; extraits végétaux ; arômes naturels (extraits végétaux dont caféine).



Des études récentes laissent penser que l'acide phosphorique H_3PO_4 , contenu dans ces sodas au cola, est responsable d'un accroissement des risques d'insuffisance rénale et d'ostéoporose s'il est consommé en quantités trop importantes.

Données :

- Une canette de soda de 33 cL contient environ 35 mg de caféine.
- La masse d'une personne adulte ici est de 70 kg.
- Masse molaire de la caféine $M = 194,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Masses molaires atomiques M_X (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M_H = 1,0$; $M_C = 12,0$; $M_N = 14,0$; $M_O = 16,0$; $M_P = 31,0$.

QUESTIONS PRÉLIMINAIRES

1. a. Évaluer à combien de canettes de soda correspond la dose journalière admissible de caféine pour une personne adulte.
b. En déduire la concentration en quantité de matière de caféine dans le soda choisi.
2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage proposé (Doc. 2).

DOC 2 Titrage de l'acide phosphorique

Pour déterminer la concentration en acide phosphorique dans le soda choisi, on dégaze un volume $V = 10,0 \text{ mL}$ de ce soda afin d'éliminer le dioxyde de carbone dissout.

On réalise ensuite le titrage de la boisson dégazée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ($Na^+ (aq)$, $HO^- (aq)$) de concentration en quantité de matière $c = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1}$.

Le titrage est suivi par pH-métrie.

Voici les mesures effectuées lors de ce titrage (V étant le volume de solution d'hydroxyde de sodium versé) :

V (en mL)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
pH	2,9	3,1	3,2	3,3	3,6	4,5

V (en mL)	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
pH	5,8	6,2	6,3	6,4	6,4

On admet que seul le couple $H_3PO_4 (aq) / H_2PO_4^- (aq)$ intervient dans la réaction de titrage et que l'acide benzoïque étant en faible quantité, sa présence influe très peu sur le titrage de l'acide phosphorique.

Données :

- Couples acide-base mis en jeu : $H_2O (l) / HO^- (aq)$; $H_3O^+ (aq) / H_2O (l)$.

DOC 3 Dose journalière admissible

La dose journalière admissible DJA est la dose maximale d'une substance à laquelle on peut être exposée de façon répétée sans risque pour la santé.

La DJA est exprimée en mg par kg de masse corporelle et par jour.

Pour l'acide phosphorique, la DJA est de $70 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$.

Pour la caféine, la DJA est de $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{jour}^{-1}$.

LE PROBLÈME À RÉSOUDRE

Combien de canettes de soda de 33 cL une personne adulte peut-elle consommer par jour en écartant tout risque de dangerosité de l'acide phosphorique pour sa santé ?

Il est attendu une prise d'initiatives et une présentation de la démarche suivie même si elle n'a pas abouti, et de justifier toute réponse.

38 Nettoyage chimique ANALYSE ET SYNTHÈSE DE DOCUMENTS

APP Rechercher et organiser l'information

Les molécules chimiques ont des usages très variés. On utilise par exemple du vinaigre pour nettoyer des pièces de monnaie.

DOC 1 Bain de jouvence

Un collectionneur souhaite nettoyer des pièces de monnaie en utilisant du vinaigre blanc, en effet, il a lu dans une revue que les pièces en argent, or et cuivre ne sont pas altérées par l'acide éthanoïque.

Il dispose justement dans sa cuisine d'une bouteille qu'il utilise régulièrement pour nettoyer les vitres de son appartement. Ce collectionneur sait que le vinaigre blanc est une solution d'acide éthanoïque. Pour rendre leur éclat à ses pièces, il les plonge dans un bain de vinaigre.



ANALYSE

1. Quelle est la masse volumique du vinaigre utilisé ?
2. Rédiger avec précision le protocole expérimental à mettre en œuvre pour diluer d'un facteur 10 le vinaigre pur du collectionneur.
3. Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'acide éthanoïque, contenu dans le vinaigre, et la soude.

DOC 2 Données sur le vinaigre

- Le degré d'un vinaigre est la masse d'acide éthanoïque contenue dans 100 grammes de vinaigre.
- Densité $d = 1,0$.
- Masse molaire $M = 60,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.
- Couple acide-base : $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} (\text{aq}) / \text{CH}_3\text{CO}_2^- (\text{aq})$.



DOC 3 Titrage du vinaigre

Un volume $V_A = 10,0 \text{ mL}$ de vinaigre dilué dix fois est titré par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $c_B = 0,100 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Pour obtenir l'équivalence, il faut verser un volume d'hydroxyde de sodium $V_E = 13,3 \text{ mL}$.

Données :

- Couples acide-base mis en jeu : $\text{H}_2\text{O} (\ell) / \text{HO}^- (\text{aq})$; $\text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq}) / \text{H}_2\text{O} (\ell)$.

SYNTHÈSE

La valeur de degré indiquée sur l'étiquette du vinaigre utilisé est-elle validée ?

VERS LE SUP'

39 Dosage de l'aspirine



L'aspirine, ou acide acétylsalicylique, noté AH, est le médicament le plus vendu dans le monde. Par dissolution d'un comprimé 500 mg, on prépare une solu-

tion aqueuse d'aspirine, ensuite on suit les deux étapes ci-après.

Étape 1 : dans un ballon, on transforme l'aspirine en la faisant réagir avec un excès de soude. On utilise $V_B = 10,0 \text{ mL}$ de soude dont la concentration en quantité de matière est $c_B = 1,0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. L'équation de réaction modélisant cette transformation s'écrit :



On récupère alors un volume $V = 100 \text{ mL}$ de solution S.

Étape 2 : on dose $10,0 \text{ mL}$ de cette solution S (contenant l'excès de base HO^-) par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $c_A = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Expérimentalement, le volume équivalent d'acide versé vaut : $V_E = 8,4 \text{ mL}$.

L'équation support du dosage s'écrit :



Donnée :

- La masse molaire de l'aspirine est $M(\text{AH}) = 180 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

1. Calculer la quantité initiale de matière $n_i (\text{HO}^-)$ d'ions hydroxyde introduits dans le ballon.
2. Dédire du volume équivalent versé, la quantité de matière n d'ions hydroxyde en excès, présente dans le prélèvement de $10,0 \text{ mL}$, puis la quantité de matière n' d'ions hydroxyde en excès, présente dans les $100,0 \text{ mL}$ de la solution S de départ.
3. Déterminer la quantité de matière $n(\text{HO}^-)$ d'ions hydroxyde, consommée lors de la transformation 1.
4. Utiliser l'équation 1 pour en déduire la quantité d'aspirine présente dans le ballon.
5. En déduire la masse m d'aspirine contenue dans le comprimé et la comparer à celle indiquée sur la boîte.