

Terminale Spécialité Physique-Chimie	Thème : Constitution et transformations de la matière	M.GINEYS	
<u>Chapitre 3</u> : Méthodes chimiques d'analyse		Cours livre p 55 à 58	
Nom : Prénom : Classe :			
Plan de travail du chapitre 3 Site internet : http://www.lasallesciences.com			

Les « attendus » du chapitre

Bilan	Mon opinion après avoir réalisé les exercices
Cours I - AE 3.1 : Acide chlorhydrique commercial	
Réaliser une solution de concentration donnée en soluté apporté à partir d'une solution de titre massique et de densité fournis.	
Cours II - AE 3.2 : Contrôle qualité du vinaigre.	
Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale.	
Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.	
Cours III - AE 3.3 : Qualité de l'eau du robinet et le DM Python p 89	
Mettre en œuvre le suivi conductimétrique d'un titrage.	
Établir la composition du système après ajout d'un volume de solution titrante, la transformation étant considérée comme totale.	
Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe à l'aide de données sur les conductivités ioniques molaires.	
Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une concentration ou une masse.	
Représenter, à l'aide d'un langage de programmation, l'évolution des quantités de matière des espèces en fonction du volume de solution titrante versé.	

Les bons réflexes pour les exercices

Si l'énoncé demande de...	Il est nécessaire de...
Réaliser une solution de volume V_f et de concentration C_f donnés en soluté apporté à partir d'une solution commerciale.	Réflexe 1 ➔ Ex. 3 p. 62 - Calculer la concentration C_m de la solution commerciale en espèce en exploitant la densité et le titre massique en pourcent. - Calculer le volume V_m de la solution commerciale à prélever en utilisant la conservation de la quantité lors d'une dilution : $C_m \times V_m = C_f \times V_f$
Exploiter un titrage pour déterminer une quantité de matière, une masse ou une concentration.	Réflexe 2 ➔ Ex. 11 p. 63 - Déterminer graphiquement le volume versé à l'équivalence. - Écrire la relation à l'équivalence entre les réactifs titré et titrant. - Si nécessaire, exprimer les quantités de matière en utilisant les relations : $n = C \times V$ ou $n = \frac{m}{M}$ - Isoler, puis calculer la grandeur recherchée.
Dans le cas d'un titrage avec suivi conductimétrique, justifier qualitativement l'évolution de la pente de la courbe.	Réflexe 3 ➔ Ex. 15 p. 64 - Identifier les ions présents dans le milieu réactionnel au cours du titrage. - Construire un tableau donnant pour chaque ion l'évolution des quantités de matière avant et après l'équivalence. - Conclure sur le signe de la pente de la droite à l'aide du tableau et des conductivités molaires ioniques λ_i.

A faire dès la semaine où le chapitre commence en classe.

Fiche de préparation au chapitre :

Je visionne la vidéo de rappels de 1ère, je réalise une fiche de synthèse, et j'étudie la carte bilan.

Fiche de préparation au chapitre :

Je fais les exercices de la fiche de préparation et je compare mes résultats à la correction disponible sur « lasallesciences.com »

A faire après l'AE 3.1 : Acide chlorhydrique commercial

Lire et Étudier le « I » du cours « Les titrages »

Lire la correction de l'AE 3.1.

Visionner la vidéo Bilan de cours « Stella » - 1ère partie.

Exercices d'application : livret exos révisions chimie : : 24 à 26 p 9 à 10

Exercice 24 : On dispose au laboratoire d'une solution aqueuse d'acide sulfurique concentré de titre massique $w = 95 \%$.

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

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 $17,8 \text{ mol.L}^{-1}$.

Exercice 25 : 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 $M(\text{NH}_3) = 17 \text{ g.mol}^{-1}$. Déterminer la concentration en quantité de matière de soluté dans cette solution.

Exercice 26 : 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 $\rho = 1,4 \times 10^3 \text{ g.L}^{-1}$.

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

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 $2,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Quelle verrerie faudra-t-il utiliser ?

Étudier le II du cours « Titrages acido-basiques ».

Lire la correction de l'AE 3.2

Visionner la vidéo Bilan de cours « Stella » - 2ème et 3ème parties.

Exercices d'application : livret exos révisions chimie : 27 à 29 p 10 à 11

Exercice 27 : Une solution S_0 de vitamine C de volume $V_0 = 100,0$ mL est préparée en dissolvant un comprimé dans de l'eau distillée.

Le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL de S_0 par une solution d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{HO}^-] = 4,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ est suivi par pH-métrie.

Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous.

V_B (mL)	0	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00	9,00	10,00	11,0	12,0
pH	2,7	3,1	3,4	3,6	3,7	3,9	4,0	4,1	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9
V_B (mL)	13,0	13,25	13,50	13,75	14,00	14,25	14,50	15,00	16,00	17,0	18,0	19,0	20,0
pH	5,2	5,3	5,5	5,8	7,8	9,6	10,0	10,4	10,6	10,9	11,0	11,2	11,3

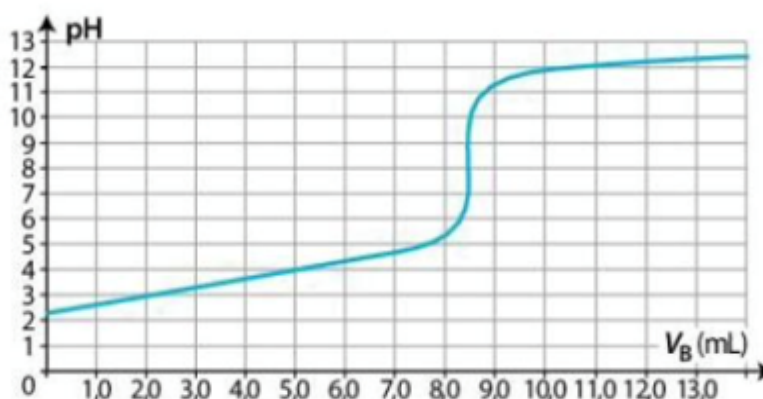
L'équation de la réaction support du titrage est : $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Donnée : Masse molaire de la vitamine C : $M(\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6) = 176,0 \text{ g.mol}^{-1}$

- Déterminer le volume V_E versé à l'équivalence.
- Déterminer la concentration en quantité de matière en acide ascorbique de la solution S_0 .
- En déduire la quantité n_0 et la masses de vitamine C contenues dans un comprimé.

Exercice 28 : L'acide fumarique, noté AH_2 , est une espèce chimique qui peut réduire les effets du psoriasis, maladie de peau. Pour vérifier l'indication portée sur l'étiquette d'un traitement, on réalise le protocole suivant :

- Le contenu de la gélule est dissous dans l'eau : une solution aqueuse S de volume $V = 100,0$ mL est obtenue ;
- Le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL de solution S par une solution d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{OH}^-] = (1,00 \times 10^{-1} \pm 0,003) \text{ mol.L}^{-1}$ donne le graphe suivant.



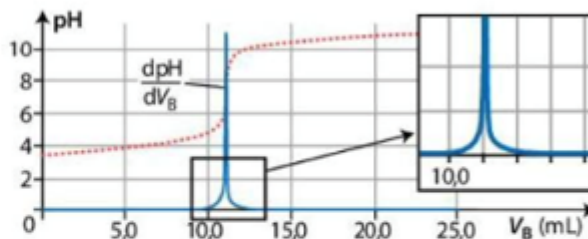
L'équation de la réaction support du titrage est : $\text{AH}_2(\text{aq}) + 2 \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{A}^{2-}(\text{aq}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

- Schématiser et légendier le dispositif expérimental.
- Déterminer la valeur m_{exp} de la masse d'acide fumarique contenu dans une gélule.

Exercice 29 : L'étiquette d'un sachet d'aspirine HA prescrit au titre de la prévention des accidents vasculaires cérébraux porte la mention « Teneur en aspirine : 100 mg ».

En pharmacie, un contrôle qualité est considéré comme satisfaisant si l'écart relatif entre la grandeur de référence indiquée par le fabricant et la même grandeur déterminée expérimentalement est strictement inférieure à 1 %.

Une solution S est obtenue en dissolvant un cachet d'aspirine dans une fiole jaugée de 500,0 mL. Le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL de la solution S par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium telle que $[\text{OH}^-] = 1,00 \times 10^3$ mol.L⁻¹ est suivi par pH-métrie et permet de tracer le graphe ci-contre :



Données : Masse molaire de l'aspirine AH : $M = 180$ g.mol⁻¹
Couples acide-base : $\text{AH(aq)}/\text{A}^-(\text{aq})$; $\text{H}_2\text{O(l)}/\text{HO}^-(\text{aq})$.

1. Déterminer le volume V_E versé à l'équivalence en expliquant la méthode utilisée.
2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
3. Établir la relation à l'équivalence.
4. En déduire la quantité n_0 et la masse d'aspirine contenue dans un comprimé.
5. Le cachet d'aspirine satisfait-il au contrôle qualité ?

A faire après l'AE 3.3 : Qualité de l'eau du robinet et le DM Python p 89

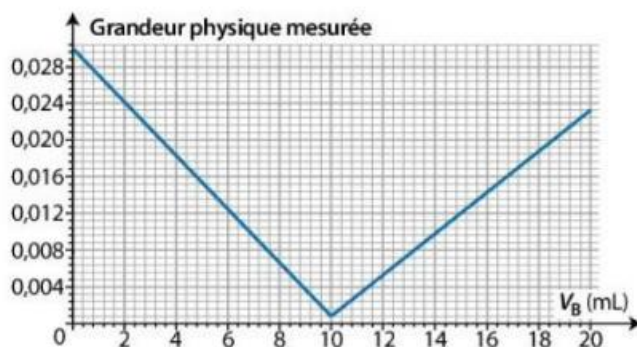
Étudier le III du cours « Titrages conductimétriques ».

Lire la correction de l'AE 3.3

Visionner la vidéo Bilan de cours « Stella » - 4ème partie.

Exercices d'application : livret exos révisions chimie 30 à 34 p 11 à 12

Exercice 30 : Une solution contenant de l'acide sulfamique, noté AH(aq), est titrée par une solution d'hydroxyde de sodium $\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq})$. À chaque volume V_B de solution d'hydroxyde de sodium versé, une grandeur est mesurée. La courbe obtenue est donnée ci-dessous.

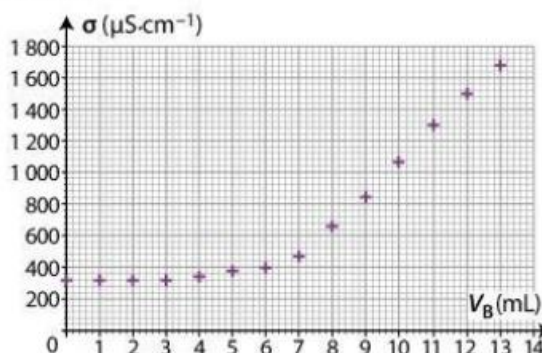


1. Identifier si la grandeur mesurée est le pH ou la conductivité σ de la solution.
2. Indiquer la nature du suivi du titrage.
3. Faire un schéma légendé du dispositif expérimental de titrage.

Exercice 31 : Le titrage d'un volume $V_A = 10,0$ mL d'une solution S d'aspirine $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4(\text{aq})$ par une solution d'hydroxyde de sodium, telle que $[\text{OH}^-] = 2,0 \times 10^{-2}$ mol.L⁻¹ est suivi par conductimétrie et permet de reporter les points ci-après.

L'équation de réaction support du titrage est :
 $\text{C}_9\text{H}_8\text{O}_4(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{C}_9\text{H}_7\text{O}_4^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)}$

1. Déterminer le volume versé à l'équivalence V_E en expliquant la méthode utilisée.



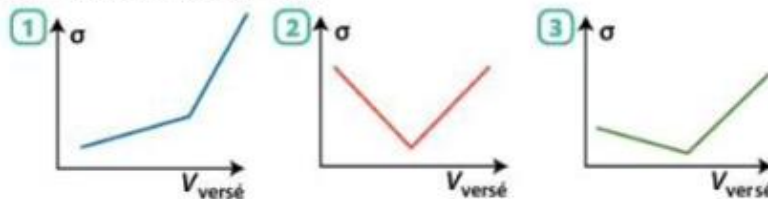
Exercice 32 : À un volume $V_B = 10,0 \text{ mL}$ de solution S d'hydroxyde de sodium est ajouté un volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique telle que $[\text{H}_3\text{O}^+] = 2,00 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ en ions oxonium H_3O^+ . À l'état final, les ions oxonium ont tous été consommés et il reste une quantité d'ions hydroxyde $\text{HO}^-(\text{aq})$ égale à $1,00 \times 10^{-4} \text{ mol}$.

1. Écrire l'équation de la réaction support du titrage.
2. Indiquer si le système se trouve avant, à ou après l'équivalence à l'état final.
3. Déterminer la concentration en ions hydroxyde de la solution S.

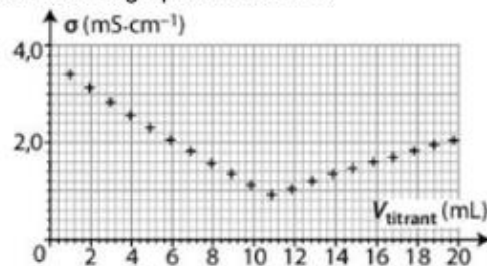
Exercice 33 : Associer à chaque équation un graphe modélisant l'évolution de la conductivité lors de l'ajout d'une solution d'hydroxyde de sodium.

- a) $\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- b) $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{CO}_2^-(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
- c) $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Données : Conductivités molaires ioniques λ (en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$) à 25°C : $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0$; $\lambda(\text{HO}^-) = 20,0$; $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0$; $\lambda(\text{NH}_4^+) = 7,0$; $\lambda(\text{CH}_3\text{CO}_2^-) = 4,0$.



Exercice 34 : Une solution d'acide chlorhydrique est titrée par une solution d'hydroxyde de sodium. Le titrage suivi par conductimétrie permet de tracer le graphe ci-dessous.



L'équation de la réaction support du titrage est : $\text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) + \text{HO}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Données : Conductivités molaires ioniques λ (en $\text{mS.m}^2.\text{mol}^{-1}$) à 25°C : $\lambda(\text{Na}^+) = 5,0$; $\lambda(\text{HO}^-) = 20,0$; $\lambda(\text{H}_3\text{O}^+) = 35,0$; $\lambda(\text{Cl}^-) = 7,6$.

- Interpréter qualitativement le changement de la pente observé.

Je réalise les exercices résolus puis je compare avec leurs corrections

1 Exercice résolu Préparer une solution d'acide nitrique

Pour décaper les plaques de cuivre, les émailleurs ont longtemps préparé des solutions de concentration $C_f = 2,5 \text{ mol.L}^{-1}$ en acide nitrique HNO_3 .

- Déterminer le volume de solution commerciale à prélever pour préparer un volume $V_f = 500 \text{ mL}$ d'une solution d'acide nitrique utilisée par les émailleurs.

Données

- $M(\text{HNO}_3) = 63,0 \text{ g.mol}^{-1}$.
- Densité d d'une solution commerciale d'acide nitrique de titre massique égal à $p_m(\text{HNO}_3) = 58\%$: $d = 1,36$.

La concentration de la solution commerciale est donc égale à $C_s = 13 \text{ mol.L}^{-1}$.

Lors de la dilution, la quantité de matière se conserve :

$$C_s \times V_s = C_f \times V_f \text{ soit } V_s = \frac{C_f \times V_f}{C_s} = \frac{2,5 \text{ mol.L}^{-1} \times 0,500 \text{ L}}{13 \text{ mol.L}^{-1}} = 0,096 \text{ L} = 96 \text{ mL}$$

L'émailleur doit prélever $V_s = 96 \text{ mL}$ de solution commerciale.

$$C_s = \frac{n_{\text{HNO}_3}}{V_s} = 13 \text{ mol.L}^{-1}$$

$$n_{\text{HNO}_3} = \frac{m_{\text{HNO}_3}}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{7,9 \times 10^2 \text{ g}}{63,0 \text{ g.mol}^{-1}} = 13 \text{ mol}$$

$$m_s = p_s \times V_s = 1,36 \times 10^3 \text{ g.L}^{-1} \times 1,0 \text{ L} = 1,36 \times 10^3 \text{ g}$$

$$m_{\text{HNO}_3} = m_s \times p_m(\text{HNO}_3) = 1,36 \times 10^3 \text{ g} \times 0,58 = 7,9 \times 10^2 \text{ g}$$

$$p_m(\text{HNO}_3) = 58\%$$

Calcul du volume à prélever

Calcul de la concentration de la solution commerciale

On utilise le Réflexe 1.

Solution rédigée

Répondre au QCM de fin de chapitre

1 L'analyse par une méthode chimique



Si erreur, revoir § 1 p. 55

1. Un dosage par titrage nécessite :	une réaction chimique.	le tracé d'une courbe d'étalonnage.	des réactifs titrant et titré.
2. La réaction support d'un titrage doit toujours être :	rapide.	de type acide-base.	totale.
3. À l'équivalence d'un titrage :	le volume du réactif titré est égal à celui du réactif titrant.	les réactifs titré et titrant ont été introduits en proportions stœchiométriques.	le réactif titré a totalement réagi.
4. L'équation de la réaction support du titrage d'une solution d'acide fumarique $C_4H_4O_4(aq)$ par une solution d'hydroxyde de sodium s'écrit : $C_4H_4O_4(aq) + 2 HO^-(aq) \rightarrow C_4H_2O_4^{2-}(aq) + 2 H_2O(l)$ À l'équivalence du titrage :	$\frac{n_0(C_4H_4O_4)}{2} = \frac{n_E(HO^-)}{1}$	$\frac{n_0(C_4H_4O_4)}{1} = \frac{n_E(HO^-)}{2}$	$n_0(C_4H_4O_4) = n_E(HO^-)$

2 Les méthodes de suivi d'un titrage



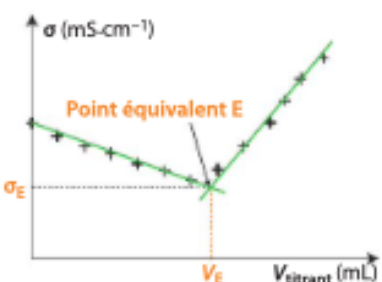
Si erreur, revoir § 2 p. 56

5. Un titrage peut être suivi par :	conductimétrie.	colorimétrie.	pH-métrie.
6. L'équivalence d'un titrage suivi par conductimétrie est repérée grâce :	au saut de conductivité.	au changement de pente de la courbe $\sigma = f(V_{\text{titrant}})$.	à la méthode de la courbe dérivée.
7. L'équivalence d'un titrage suivi par pH-métrie est repérée grâce :	à la méthode des tangentes.	à la méthode de la courbe dérivée.	au changement de pente de la courbe $pH = f(V_{\text{titrant}})$.
8. Lors d'un titrage suivi par conductimétrie, il convient :	de verser la solution titrante mL par mL.	de resserrer les mesures à l'approche de l'équivalence.	d'ajouter un grand volume d'eau avant le titrage.

3 La composition d'un système



Si erreur, revoir § 3 p. 57

9. et 10. Soit le titrage suivi par conductimétrie d'une solution d'acide chlorhydrique par une solution d'hydroxyde de sodium. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit : $H_3O^+(aq) + HO^-(aq) \rightarrow 2 H_2O(l)$ 	avant l'équivalence : la quantité d'ions oxonium $H_3O^+(aq)$ diminue.	avant l'équivalence : la quantité d'ions hydroxyde $HO^-(aq)$ diminue.	avant l'équivalence : la quantité d'ions chlorure $Cl^-(aq)$ diminue.
	après l'équivalence : la quantité d'ions oxonium $H_3O^+(aq)$ est nulle.	après l'équivalence : la quantité d'ions hydroxyde $HO^-(aq)$ augmente.	après l'équivalence : la quantité d'ions chlorure $Cl^-(aq)$ augmente.

Préparation à l'ECE

Les pastilles du bassin de Vichy sont supposées avoir des propriétés digestives. Elles contiennent entre autres de l'hydrogénocarbonate de sodium, $\text{NaHCO}_3(\text{s})$. Une pastille du bassin de Vichy pèse 2,9 g.



A Régime hyposodé

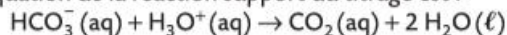
En raison de problèmes cardiaques ou d'hypertension, un régime hyposodé (pauvre en élément sodium Na) peut être prescrit. La masse m_{max} quotidienne maximale d'élément sodium ingérée dépend du régime :

- régime hyposodé strict : $m_{\text{max}} \leq 500 \text{ mg}$;
- régime hyposodé standard : $m_{\text{max}} \leq 1\,000 \text{ mg}$;
- régime hyposodé large : $m_{\text{max}} \leq 2\,000 \text{ mg}$.

B Méthode de titrage

Une pastille du bassin de Vichy, réduite en poudre, est introduite dans un bécher de 100 mL. Un volume de 50 mL d'eau distillée est ajouté. Le titrage suivi par pH-métrie de cette solution est réalisé avec une solution de concentration $C_A = 5,00 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en acide chlorhydrique.

L'équation de la réaction support du titrage est :



C Résultats expérimentaux

$V_A \text{ (mL)}$	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	12,0	13,0	14,0	16,0	20,0	25,0
pH	9,3	8,5	8,1	7,8	7,4	7,1	7,0	6,8	6,7	6,5	6,3	5,9	5,5	5,2	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0	4,0	3,8	3,7	3,5

1. RÉA Exploiter les mesures du titrage pour déterminer la quantité d'ions hydrogénocarbonate HCO_3^- dans une pastille Vichy.

2. RÉA Lister les sources d'erreurs, pouvant être commises dans la détermination de la quantité d'ions hydrogénocarbonate contenu dans une pastille.

3. VAL La consommation d'une pastille après chaque repas d'une journée est-elle compatible avec un régime hyposodé ? Justifier.

Données

$M(\text{NaHCO}_3) = 84,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$; $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

Je visionne la vidéo bilan et je revois mon cours

https://www.youtube.com/watch?v=O9ZBR03nHyY	https://www.youtube.com/watch?v=MSErYl_85Oo	https://youtu.be/D-LaL3I-cdw
Rappels 1 ^{ère} : Titrage	Vidéo : Bilan de cours (Stella)	Titrage conductimétrique

Sujets type bac sur les 3 premiers chapitres

Livret exercices de révisions chimie bac

Type bac 1 : Le POMELO (p 13)

Type bac 2 : A LA RECHERCHE DE VIE DANS L'ESPACE (p 15)

Type bac 3 : DECAPAGE D'UNE PIECE EN ALUMINIUM (p 17)

Type bac 4 : ANALYSE D'UN PIGMENT A BASE D'OXYDE DE FER (p 19)

Type bac 5 : TITRAGE DES IONS CHLORURE (p 22)

Type bac 6 : VITAMINE C DANS LA ROSE (p 23)

Après mes révisions, je me sens dans l'état d'esprit suivant pour aborder le devoir surveillé :

