

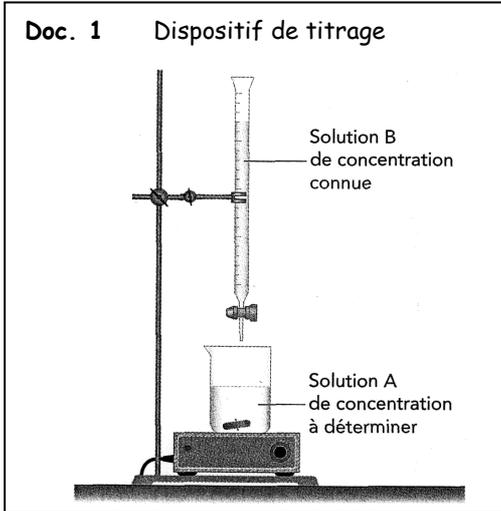
Titration pH-métrique d'une solution d'acide chlorhydrique

Contexte du sujet

On se propose de vérifier l'indication de l'étiquette d'un produit ménager qui est une **solution commerciale concentrée d'acide chlorhydrique**.

Cet acide commercial étant **trop concentré**, on le **dilue 125 fois** avant de procéder à un **titrage pH-métrique** par une solution d'**hydroxyde de sodium** (ou soude) de concentration $C_B = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

Documents mis à disposition :



Doc. 3 : L'acide chlorhydrique est un acide fort.

I. Titration pH-métrique

1) Tracé de la courbe du pH en fonction du volume V_B de solution de soude versée

* Rincer la **burette graduée** avec la **solution titrante d'hydroxyde de sodium** (soude) de concentration $C_B = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, puis la remplir et ajuster le zéro.

* Introduire $V_A = 20,0 \text{ mL}$ de solution A d'acide dilué à titrer de concentration C_A dans le bécber de titrage (après avoir rincé la pipette avec). Ajouter le barreau aimanté et agiter doucement.

* Introduire la sonde du pH-mètre étalonné dans le bécber. Rajouter éventuellement un peu d'eau distillée (le minimum) afin que la sonde trempe dans la solution, puis installer la burette au-dessus.

* Verser progressivement (tel que le tableau ci-dessous l'indique) un volume V_B de la solution d'hydroxyde de sodium dans le bécber, en agitant constamment et en relevant le pH après chaque ajout. Compléter le tableau suivant :

$V_B(\text{mL})$	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0
pH									
$V_B(\text{mL})$	9,0	10,0	10,5	11,0	11,3	11,5	11,8	12,0	12,3
pH									
$V_B(\text{mL})$	12,5	13,0	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	19,0	20,0
pH									

* Tracé de la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ avec REGRESSI

Pour cela : Fichier/Nouveau/Clavier.

Variables expérimentales : Symbole : V_B Unité : mL ;
 pH Unité : - ;

Remarque : que remarquez-vous pour l'incrément de V_B au cours du titrage ?

2) Détermination du volume équivalent V_E

L'équivalence du titrage (obtenue pour le volume $V_{BE} = V_E$ de solution de soude versée) correspond à l'état où les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques ou celui où les deux réactifs sont limitants.

Le **point d'équivalence (E)** du titrage correspondant à cet état d'équivalence **est un point singulier** de la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ d'abscisse $V_{BE} = V_E$.

a) Méthode de la dérivée :

On observe un point d'inflexion sur la courbe $\text{pH} = f(V_B)$ au milieu du saut de pH : le coefficient directeur de la tangente à la courbe passe par un maximum au point d'équivalence.

* A la valeur de quelle grandeur est égale le coefficient directeur de cette tangente ?

Afin de tracer la courbe de cette grandeur, créer la nouvelle grandeur « **dérivée du pH** » (nom : deripH c.à.d. $\frac{d\text{pH}}{dV_B}$) puis afficher les courbes : $\text{pH} = f(V_B)$ et $\text{deripH} = h(V_B)$ (placer son échelle à droite).

* Déterminer $V_{BE} = \dots\dots\dots$ par cette première méthode et $\text{pH}_E = \dots\dots\dots$

b) Méthode des tangentes parallèles :

Le point d'équivalence est aussi accessible par une méthode géométrique dite « méthodes des tangentes parallèles ».

On peut la faire effectuer par Regressi par : dans « Outils graphiques », choisir « Curseur tangente » / « Méthode des tangentes ».

Cliquez pour figer la 1^{ère} tangente dans un coude de la courbe.

Noter : $V_{BE} = \dots\dots\dots$ et $\text{pH}_E = \dots\dots\dots$ Clic droit, puis RAZ des tangentes, si nécessaire.

Comparer les résultats trouvés à l'aide de ces 2 méthodes.

Remarque : cette 2^{ème} méthode est à savoir refaire « à la main », sur la courbe $\text{pH} = f(V_B)$.

II. Exploitation

1) Relation à l'équivalence du titrage (relation entre les grandeurs V_A , C_A , C_B et V_{BE} .)

A l'équivalence (pour le volume V_{BE} versé), les 2 réactifs $\dots\dots\dots$ et $\dots\dots\dots$ ont été introduits (mélangés) dans les proportions stœchiométriques de l'équation de réaction :

Les 2 réactifs sont alors totalement $\dots\dots\dots$

* Compléter le tableau d'avancement ci-dessous à l'équivalence (en littéral) pour $V_B = V_{BE}$

Equation de la réaction				
Etat initial pour $V_B = V_{BE}$	$x = 0$			
Etat final pour $V_B = V_{BE}$	$x_{\text{max}} = x_E$			

* En déduire la relation entre les grandeurs V_A , C_A , C_B et V_{BE} .

2) Détermination du pourcentage massique P en acide chlorhydrique de la solution commerciale S₀

* Calculer la concentration C_A en acide de la solution titrée, en déduire celle C_0 de la solution commerciale.

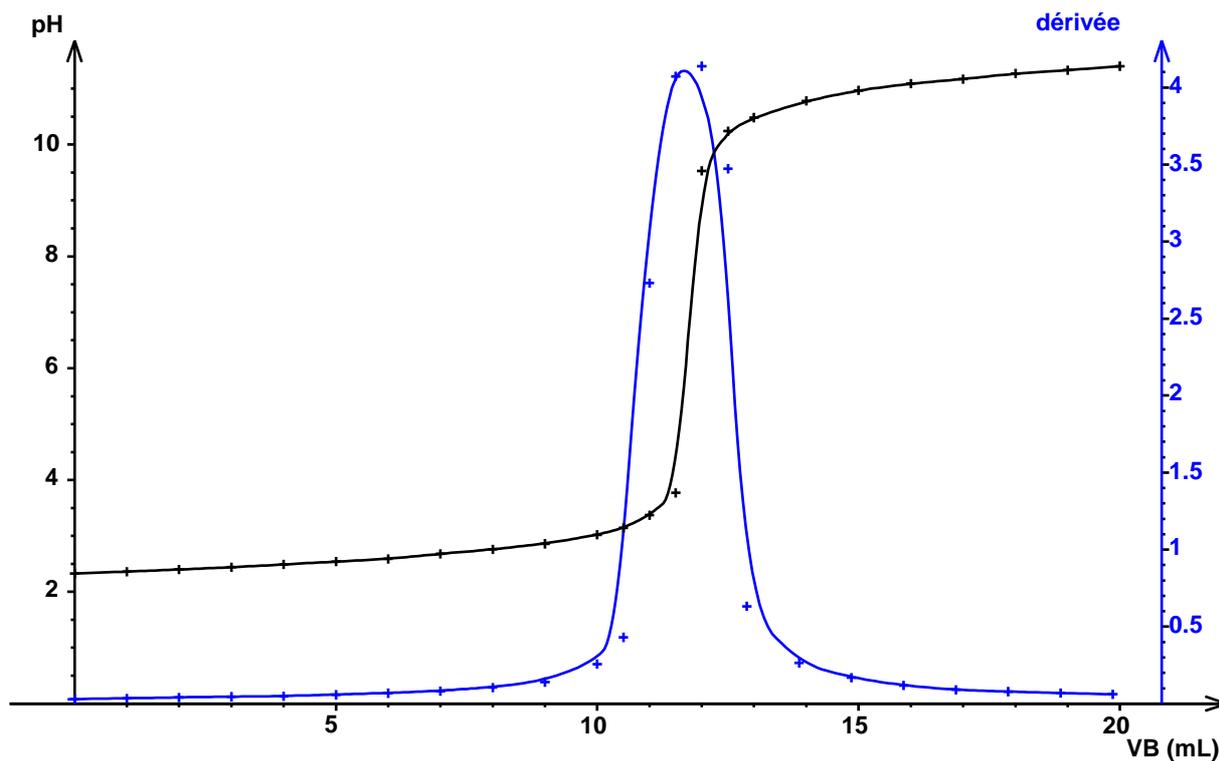
* La masse volumique de la solution commerciale est $\rho = 1,12 \text{ g.cm}^{-3}$. On donne $M = M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ g.mol}^{-1}$.

Calculer le pourcentage massique P en acide chlorhydrique de la solution commerciale et l'exprimer en %.

* Lister les sources d'erreurs possibles sur votre résultat.

* Conclure sur votre « contrôle de qualité ».

Titration pH-métrique de $V_A = 20,0$ mL de la solution d'acide chlorhydrique dilué 125 fois
par une solution de soude de concentration $C_B = 1,00 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹



Titration pH-métrique de $V_A = 20,0$ mL de la solution d'acide chlorhydrique dilué 125 fois
par une solution de soude de concentration $C_B = 1,00 \cdot 10^{-1}$ mol.L⁻¹

