

Transformation et réaction acido-basique II

Chapitre 5

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

2 janvier 2017

Sommaire

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

1 Titrages acido-basiques

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

1. Qu'est ce qu'un titrage acido-basique ?

Doser une espèce chimique en solution , c'est déterminer sa concentration molaire apportée dans la solution .

On effectue un titrage , lorsqu'on fait réagir cette espèce chimique , appelée réactif titré , avec une autre espèce chimique appelée réactif titrant , introduite en quantité connue.

*La réaction mis en jeu est dite **réaction de titrage** .*

Titrages acido-basiques

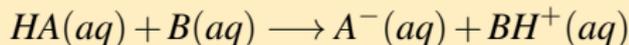
Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

a. Titrage acido-basique

Un titrage acido-basique met en jeu une réaction acido-basique totale. L'équation de la réaction de titrage d'un acide $HA(aq)$ en solution par une base $B(aq)$ en solution , s'écrit :



Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

L'équivalence , noté E , du titrage acido-basique d'une solution d'acide $HA(aq)$ par une solution de base $B(aq)$ est atteint lorsqu'on a réalisé un mélange stœchiométrique des réactifs .

Les nombres stœchiométriques étant, dans ce cas égaux , elles se traduit par la relation :

** $n_i(HA) = n_E(B)$ si la solution de base est dans la burette .*

** $n_i(B) = n_E(HA)$ si la solution d'acide est dans la burette .*

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

b. Titrage acido-basique.

Activité :

Dosage d'une solution d'acide éthanóique par une solution de soude .
On place dans un becher , un volume $V_a = 20ml$ de solution d'acide éthanóique de concentration $C_a = 12,4mmol/l$, On y ajoute progressivement à l'aide d'un burette graduée une solution de soude de concentration $C_b = 20,0mmol/l$. À l'aide d'un pH-mètre , on suit les variation du pH de la solution contenue dans le bécher . Les valeurs du pH de la solution après chaque ajout de solution de la soude figurent dans le tableau suivant :

$V_B(ml)$	0	2	4	6	8	10
pH	3.3	4.1	4.4	4.7	5	5.4
12	12.2	12.4	12.6	14	16	18
6.2	6.5	8.3	10.1	11	11.3	11.5

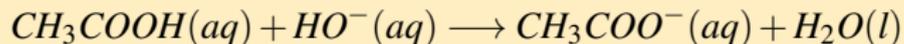
Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

* L'équation de la réaction de titrage :



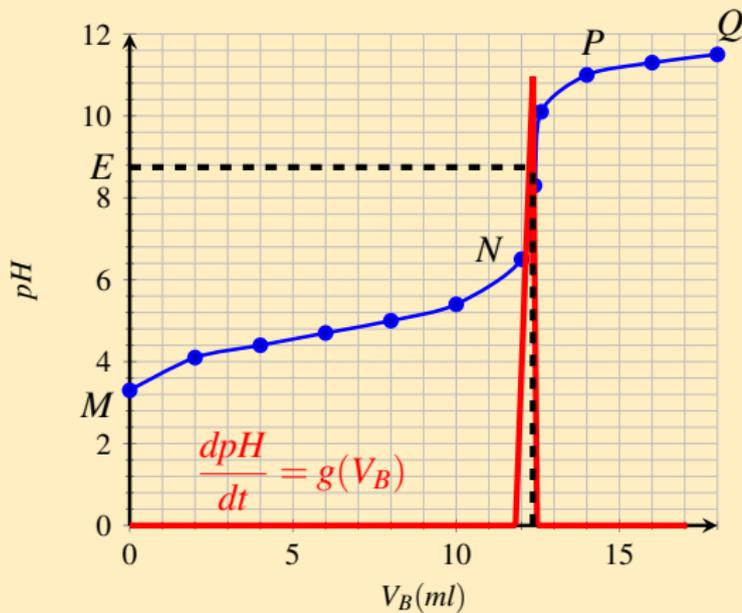
* La représentation graphique $pH = f(Vb)$:

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques



Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

L'allure de ce graphe est croissante, fait apparaître trois parties :

* partie MN : $0 < V_B < 12ml$ le pH varie peu (HO^- disparaissent totalement). HO^- est le réactif limitant.

* partie NQ $12ml < V_B < 14ml$ on note une brusque variation de pH (un saut de la valeur de pH). la partie où le réactif limitant change. cette partie contient le point d'équivalence

* partie QP $V_B > 14ml$ le pH varie peu et tend vers une asymptote horizontale. le réactif limitant est l'acide éthanoïque.

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

La courbe $pH = f(Vb)$ présente un point singulier, noté E , pour lequel le coefficient directeur de la tangente à la courbe $\left(\frac{dpH}{dVb}\right)$ passe par un maximum.

Ce point est appelé point d'équivalence.

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Le repérage de ce point d'équivalence s'effectue par deux méthodes :

Méthode des tangentes :

On peut déterminer le point d'équivalence E par une méthode géométrique consiste à tracer les deux tangentes T_1 et T_2 à la courbes parallèle entre elles et on trace la perpendiculaire commune à ces deux droites parallèles puis on construit la médiatrice du segment obtenu . Cette médiatrice , parallèle au deux tangentes , coupe la courbe $pH = f(Vb)$ au point d'équivalence E .

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Méthode de la dérivée :

À l'aide d'un logiciel informatique , on trace la courbe représentant les valeurs des coefficients directeurs des tangentes à la courbe en fonction du volume de solution de la soude versé , soit la fonction $\frac{dpH}{dt} = g(V_B)$

Au point d'équivalence E l'abscisse V_{BE} , la dérivée $\frac{dpH}{dt}$ est extremum .

Pour le graphe ci dessous $\frac{dpH}{dt} = g(V_B)$ prend une valeur maximale à l'abscisse $V_E = V_{BE} = 12,3ml$, où le ph du mélange est égal 8,3 .

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Au point d'équivalence , on a

$$n(HO^-) = n(CH_3COOH)$$

$$C_A V_A = C_B V_{BE}$$

$$C_A = \frac{C_B V_{BE}}{V_A}$$

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

2. Dosage colorimétrique

Principe du dosage colorimétrique .

On peut déterminer le volume d'équivalence V_E d'un titrage acido-basique en utilisant un indicateur coloré convenable au titrage . En se référant au tableau suivant , on peut choisir l'indicateur coloré convenable au titrage :

indicateur coloré	Rouge de méthyle	BBT	phénolphtaléine
zone de virage	6.2-4.2	7.6-6.0	10.0-8.2

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Le choix de l'indicateur coloré pour le titrage acido-basique :

Pour déterminer l'indicateur coloré convenable au dosage acido-basique , il faut représenté les zones de virage des indicateurs colorés sur le graphe $pH = f(V)$, où V représente le volume de la solution titrant versée.

la zone de virage de l'indicateur coloré qui contient la valeur du pH de l'équivalence est l'indicateur convenable pour le titrage colorimétrique.

Pour le titrage de l'acide éthanoïque par la soude : l'indicateur convenable est le rouge de méthyle

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Remarque

À 25°C :

☞ lors d'un dosage d'un acide qui s'ionise partiellement dans l'eau $\tau \ll 1$ par une base qui s'ionise totalement $\tau = 1$ dans l'eau le pH du mélange au point d'équivalence est $pH > 7$.

☞ lors d'un dosage d'une base qui s'ionise partiellement dans l'eau $\tau \ll 1$ par un acide qui s'ionise totalement $\tau = 1$ dans l'eau le pH du mélange au point d'équivalence est $pH < 7$.

☞ lors d'un dosage d'un acide qui s'ionise totalement dans l'eau $\tau = 1$ par une base qui s'ionise totalement $\tau = 1$ dans l'eau le pH du mélange au point d'équivalence est $pH = 7$.
et l'inverse est juste aussi.

Titrages acido-basiques

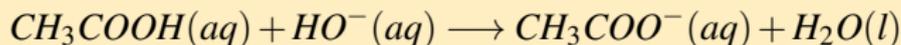
Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

3. Taux d'avancement final des réactions de titrage

On considère le titrage acido-basique d'acide éthanoïque par la soude ,
l'équation de la réaction de dosage s'écrit :



Le tableau d'avancement de cette réaction est le suivant :

équation chimique		$CH_3COOH(aq) + HO^-(aq) \longrightarrow CH_3COO^-(aq) + H_2O(l)$				
état initial	$x = 0$	$C_A V_A$	$C_B V_B$	-	0	excès
au cours de transf	x	$C_A V_A - x$	$C_B V_B - x$	-	x	excès
état final	x_f	$C_A V_A - x_f$	$C_B V_B - x_f$	-	x_f	excès

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Soit V_B le volume de la solution de soude ajouté $V_B < V_{BE}$.
Dans ce cas le réactif limitant est le réactif titrant , c'est HO^- et donc
l'avancement maximal est : $x_{max} = C_B V_B$.
* La mesure du pH du mélange nous permet de déterminer la
concentration des ions $[HO^-]_f$ et déduire la quantité de matière
 $n(HO^-)_f$:

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Soit $pH = -\log[H_3O^+]_f$ et $[H_3O^+]_f \cdot [HO^-]_f = Ke$

$$[HO^-]_f = \frac{Ke}{[H_3O^+]_f} = 10^{(pH-pKe)}$$

donc

$$n(HO^-)_f = (10^{(pH-pKe)}) \cdot V_T$$

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

On peut aussi déterminer τ
D'après le tableau d'avancement :

$$n_f(HO^-) = C_B V_B - x_f$$

$$x_f = C_B V_B - 10^{(pH-pKe)} \cdot V_T$$

$$\tau = \frac{C_B V_B - 10^{(pH-pKe)} \cdot V_T}{C_B V_B} = 1 - \frac{10^{(pH-pKe)} \cdot V_T}{C_B V_B} \simeq 1$$

Titrages acido-basiques

Transformation et
réaction
acido-basique II

allal Mahdade

Titrages
acido-basiques

Lors du calcul du taux d'avancement final de la réaction de titrage pour des différents volumes $V_B < V_{BE}$ on obtient $\tau \approx 1$ c'est à dire que la transformation associée à cette réaction de dosage acido-basique est une transformation totale .