

Corrigé de l'exercice 1 (chimie)



Commentaires

Partie I : Acide-Base

C'est un exercice classique sur ce thème sans difficultés particulières ; les questions testent essentiellement la connaissance de définitions du cours et du dosage en général.

-1-(a)- Mots importants : justifiant.

Savoir mis en jeu : Allure des 4 types de courbes de dosage figurant au programme ; celles qui concernent un acide ou une base faibles sont caractérisées par l'existence de deux points d'inflexion ; HCl est un acide fort, NaOH est une base forte.

La courbe (1) a un seul point d'inflexion à tangente presque verticale ; elle correspond à un acide fort : HCl.

-(b)- Savoirs mis en jeu : A l'équivalence $n_A = n_B \implies C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_B$; le point d'inflexion sur la courbe de dosage correspond au point d'équivalence.

Sur la courbe (1) les coordonnées de l'unique point d'inflexion sont indiquées, d'où C_A .

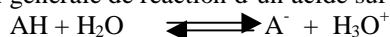
-2- (a)- Mots importants : justifier.

Il n'y a pas de différence entre le (1°-a-) et cette question : c'est le même objectif d'évaluation. On peut supposer a priori que HCOOH est un acide faible de par sa nature (Ac. Carboxylique), mais pour le justifier il faut savoir qu'au cours du dosage d'un acide faible par une base forte :

- ◆ La courbe obtenue présente deux points d'inflexion.
 - ◆ A l'équivalence le pH est nettement basique
 - ◆ pH_0 ($V_B = 0$) de la solution initiale d'acide est tel que $pH_0 > -\log C'_A$; (quand on connaît C'_A).
- On peut évidemment justifier en utilisant l'une seulement des 3 propositions précédentes.

-(b)- Mots importants : dissociation.

Savoir mis en jeu : Identifier dans la formule d'un acide carboxylique l'atome d'hydrogène mobile ; équation générale de réaction d'un acide sur l'eau :



-(c)- Savoir mis en jeu : définitions du pH, du produit ionique de l'eau ; principe d'électroneutralité et sa transcription symbolique, principe de conservation de la matière et sa transcription symbolique. Il n'y a pas de difficultés particulières dans ce mécanisme de calcul généralement bien rodé chez les candidats ; il est conseillé cependant de :

*Faire un inventaire correct des espèces chimiques présentes en solution, au nombre de 5 ici ; autant d'inconnues à chercher donc.

*Vérifier que l'on peut écrire 5 équations indépendantes avec ces inconnues (définition du pH, produit ionique de l'eau, électroneutralité...).

*Abréger les calculs intermédiaires sur sa copie.

-(d)- Savoir mis en jeu : $pH = pKa$ à la demi équivalence ; définition du pKa .

Le calcul numérique aboutit à un résultat connu à l'avance.

-3-(a)- Savoir mis en jeu : définition d'un indicateur coloré.

-(b)- Savoir mis en jeu : définition de la zone de virage d'un indicateur coloré ; cette zone doit encadrer le pH du point d'équivalence lors d'un dosage.

Corrigé

PARTIE I (3,5 POINTS)

1)

a- Le chlorure d'hydrogène est un acide fort, la courbe correspondant à son dosage par une base forte (hydroxyde de sodium) possède un seul point d'inflexion.

b- C'est la courbe (1).

En utilisant la courbe (1), lorsque $V_B = 0$ on a $\text{pH} = 1$ c'est le pH de la solution du chlorure d'hydrogène, comme HCl est un acide fort on a $[\text{H}_3\text{O}^+] = C_A$

La concentration C_A de la solution de chlorure d'hydrogène :

$$C_A = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$$

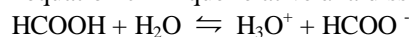
2)

a- Pour la solution d'acide méthanoïque, on a $\text{pH} = 2,4$ (en utilisant la courbe (2) lorsque $V_B = 0$) donc $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

$$C_A = 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1} \Rightarrow [\text{H}_3\text{O}^+] < C_A$$

b- La dissociation de HCOOH dans l'eau est partielle, l'acide méthanoïque HCOOH est un acide faible.

L'équation chimique relative à la dissociation de cet acide



c- Le pH du mélange est égal à 3,8 (l'ordonnée du point d'abscisse $V_B = 10 \text{ cm}^3$ obtenue à partir de la courbe (2)).

Les espèces chimiques, autres que l'eau, présentes dans le mélange :



$$* [\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$* [\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 6,31 \cdot 10^{-11} \text{ mol.L}^{-1}$$

$$* [\text{Na}^+] = \frac{C_B V_B}{V + V_B} = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

* L'électroneutralité de la solution :

$$[\text{Na}^+] + [\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{HCOO}^-] + [\text{OH}^-]$$

$$[\text{OH}^-] \ll \ll [\text{H}_3\text{O}^+] \ll \ll [\text{Na}^+] \text{ donc } [\text{HCOO}^-] = [\text{Na}^+] = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

* La conservation de la matière :

$$[\text{HCOOH}]_i = [\text{HCOOH}] + [\text{HCOO}^-]$$

$$[\text{HCOOH}] = \frac{C_A V}{V + V_B} - [\text{HCOO}^-]$$

$$\text{d- } [\text{HCOOH}] = 3,33 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$$

le pKa du couple acide-base : HCOOH / HCOO⁻

$$\text{pKa} = -\log K_a = -\log \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] = \text{pH}$$

$$\text{pKa} = 3,8$$

Ce résultat est prévisible, on a $V_B = \frac{V_{BE}}{2}$, on est à la demi-équivalence donc $\text{pH} = \text{pKa} = 3,8$

3)

a- Un indicateur coloré est un acide faible ou une base faible dont les formes acide et basique ont des couleurs distinctes.

b- L'indicateur coloré, le mieux approprié pour le dosage, est celui dont la zone de virage encadre le pH du mélange au point d'équivalence.

Le bleu de bromothymol pour le dosage de chlorure d'hydrogène et la phénolphthaléine pour le dosage de l'acide méthanoïque.