2006 Asie **EXERCICE I : ÉVOLUTION D'UN SYSTÈME CHIMIQUE (4 points)**

Données: pK_A des couples acide / base :
Acide méthanoïque HCOOH(aq) / ion méthanoate $HCOO^-(aq)$: $pK_{A1} = 3,8$
Acide benzoïque C_6H_5COOH (aq) / ion benzoate $C_6H_5COO^-(aq)$: $pK_{A2} = 4,2$

1. Étude de solutions aqueuses d'acide méthanoïque et d'acide benzoïque de même concentration.
On dispose de solutions aqueuses d'acide méthanoïque et d'acide benzoïque de même concentration molaire en soluté apporté $c = 1,0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}. La mesure du pH d'un volume V = 10 mL de chaque solution fournit les résultats suivants :
- *solution aqueuse d'acide méthanoïque : $pH_1 = 2,9$;*
- *solution aqueuse d'acide benzoïque : $pH_2 = 3,1$.*

1.1. La réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.
1.1.1. Écrire 1'équation de cette réaction.
1.1.2. Calculer son avancement final, son avancement maximal ; en déduire son taux d'avancement final. On pourra s'aider d'un tableau descriptif de l'évolution du système chimique.
1.1.3. Conclure sur le caractère total ou non de la transformation chimique mettant en jeu la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

1.2. À partir de la comparaison des valeurs des *pH* des solutions aqueuses d'acide méthanoïque et benzoïque, dire pour quel acide la réaction avec l'eau est la plus avancée.

2. Évolution d'un système chimique.
Soit la réaction chimique suivante :

$$HCOOH\ (aq) + C_6H_5COO^-\ (aq) = HCOO^-(aq) + C_6H_5COOH(aq)$$

2.1. Exprimer la constante d'équilibre de cette réaction puis calculer sa valeur.

2.2. *On dispose de solutions aqueuses d'acide méthanoïque et de benzoate de sodium de même concentration molaire en soluté apporté c et de solutions aqueuses d'acide benzoïque et de méthanoate de sodium de même concentration molaire en soluté apporté c '. On admettra que, dans leurs solutions aqueuses respectives* :

$$[HCOOH\ (aq)] = c\ ;\ [C_6H_5COO^-\ (aq)] = c\ ;\ [C_6H_5COOH\ (aq)] = c'\ ;\ [HCOO^-\ (aq)\ ] = c'.$$

On mélange des volumes V = 10,0 mL égaux des quatre solutions ci-dessus.

2.2.1. *Les concentrations molaires en soluté apporté c et c' ont les valeurs suivantes :*
$c = 1,0\times10^{-2}$ mol.L^{-1} *et* $c' = 5,0\times10^{-3}$ mol.L^{-1}.
Calculer le quotient de réaction dans l'état initial dans ce cas précis. Dans quel sens va évoluer le système chimique ?
Donnée: les réactions sur l'eau des ions benzoate et méthanoate sont peu avancées.

2.2.2. *En maintenant V = 10,0 mL et* $c = 1,0\times10^{-2}$ mol.L^{-1}, quelle valeur faudrait-il donner à *c'* pour que le système soit en équilibre ?