

**PHYSIQUE - CHIMIE - T^{le}****Activité 4-1****Critère d'évolution spontanée d'un système chimique**

Objectif : Mettre en évidence la présence de tous les réactifs dans l'état final d'un système siège d'une transformation non totale, par un nouvel ajout de réactifs.

Déterminer la valeur du quotient de réaction à l'état final d'un système, siège d'une transformation non totale, et montrer son indépendance vis-à-vis de la composition initiale du système à une température donnée.

Document : Quotient de réaction

On considère une réaction chimique d'équation $aA_{(aq)} + bB_{(aq)} \rightleftharpoons cC_{(aq)} + dD_{(aq)}$.

Le quotient de réaction, noté Q_r est défini par la relation :

$$Q_r = \frac{\left(\frac{[C]}{C^0}\right)^c \times \left(\frac{[D]}{C^0}\right)^d}{\left(\frac{[A]}{C^0}\right)^a \times \left(\frac{[B]}{C^0}\right)^b}$$

Q_r est le quotient de réaction sans dimension

$[A], [B], [C], [D]$ sont les concentrations en quantité de matière des espèces.

a, b, c, d sont les coefficients stoechiométriques.

Le facteur C^0 est la concentration standard égale telle que $C^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Seules les concentrations des espèces dissoutes en solution interviennent dans l'expression. Les espèces chimiques sous forme de solide, indicées (s), ou le solvant composé liquide majoritaire, indicées (l), n'apparaissent pas.

La manipulation proposée met en jeu des solutions dans lesquelles interviennent deux couples acide/-base :

Acide éthanoïque / ion éthanoate : $\text{CH}_3\text{COOH}_{(aq)} / \text{CH}_3\text{COO}^-_{(aq)}$

Ion ammonium / ammoniaque : $\text{NH}_4^+_{(aq)} / \text{NH}_3_{(aq)}$

Q1 Sans préjuger du sens dans lequel se déroule la transformation, **écrire** l'équation chimique de la réaction.

Q2 **Ecrire** l'expression du quotient de réaction associée à cette équation chimique.



A partir de solution aqueuse d'oxalate d'ammonium (1), d'ammoniaque (2), d'acide éthanóïque (3) et d'éthanoate de sodium (4), toutes à la même concentration $C = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$, **préparer** dans un bécher chacun des 3 mélanges décrits dans le tableau ci-dessous. **Homogénéiser** puis **immerger** la sonde du pH-mètre dans le mélange A et **relever** la valeur du pH . (voir 2ème tableau). **Rincer** la sonde à l'eau distillée, l'**essuyer** puis **recommencer** avec les 2 autres mélanges.

Constituants des mélanges	Mélange A	Mélange B	Mélange C
solution aqueuse d'oxalate d'ammonium (1) de concentration $C = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$	$V_1 = 10,0 \text{ mL}$	$V_1 = 2,0 \text{ mL}$	$V_1 = 2,0 \text{ mL}$
solution aqueuse d'ammoniaque (2) de concentration $C = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$	$V_2 = 10,0 \text{ mL}$	$V_2 = 10,0 \text{ mL}$	$V_2 = 10,0 \text{ mL}$
solution aqueuse d'acide éthanóïque (3) de concentration $C = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$	$V_3 = 10,0 \text{ mL}$	$V_3 = 20,0 \text{ mL}$	$V_3 = 20,0 \text{ mL}$
solution aqueuse d'éthanoate de sodium (4) de concentration $C = 0,010 \text{ mol.L}^{-1}$	$V_4 = 10,0 \text{ mL}$	$V_4 = 2,0 \text{ mL}$	$V_4 = 10,0 \text{ mL}$

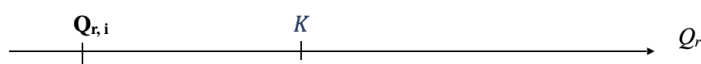
Q3 Compléter les deux tableaux en documents annexes.

Q4 A partir de l'observation du sens d'évolution de ces systèmes chimiques, on peut énoncer un critère général d'évolution spontané des systèmes chimiques en comparant les valeurs du quotient réactionnel à l'état initial $Q_{r,i}$ et la constante d'équilibre K associés à la réaction.

Ainsi 3 situations peuvent se présenter :

1^{er} cas : $Q_{r,i} < K$ **Préciser** dans quel sens évolue le système chimique. (sens direct ou indirect)

Noter ce sens sur le graphique ci-dessous entre $Q_{r,i}$ et K .

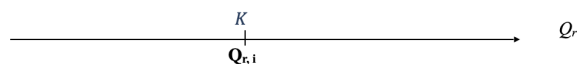


2^{ème} cas : $Q_{r,i} > K$ **Préciser** dans quel sens évolue le système chimique. (sens direct ou indirect)

Noter ce sens sur le graphique ci-dessous entre $Q_{r,i}$ et K .



3^{ème} cas : $Q_{r,i} = K$ **Préciser** s'il y a évolution du système chimique.





Etude du mélange à l'état initial			
Mélange	A	B	C
Volume du mélange (mL)			
Concentrations initiales des espèces introduites dans le mélange (mol.L ⁻¹)	NH ₄ ⁺ _(aq)		
	NH ₃ _(aq)		
	CH ₃ COOH _(aq)		
	CH ₃ COO ⁻ _(aq)		
Rapport des concentrations des espèces conjuguées dans l'état initial	$\frac{[NH_3]_i}{[NH_4^+]_i}$		
	$\frac{[CH_3COO^-]_i}{[CH_3COOH]_i}$		
Valeur du quotient réactionnel à l'état initial $Q_{r,i}$			

Etude du mélange à l'état final			
Mélange	A	B	C
<i>pH</i> mesuré			
Rapport des concentrations des espèces conjuguées dans l'état final	$\frac{[CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$		
	$\frac{[NH_3]_f}{[NH_4^+]_f}$		
Sens de variation : sens direct ou indirect ?			
Valeur du quotient réactionnel à l'état final $Q_{r,f}$			