

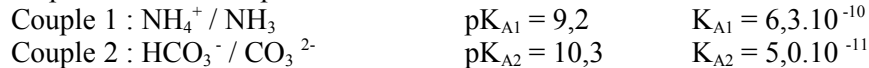
Peut-on prévoir le sens d'évolution d'un système chimique ?

Objectif

- Trouver le critère d'évolution spontanée d'un système chimique.

I. Données

Dans cette manipulation deux couples acide / base interviennent :



II. Un premier système chimique.

a) Expérience et mesures.

Préparer la solution 1 par mélange de V₁ avec V₂ (voir tableau ci-dessous) puis, la solution 2 par mélange de V₃ avec V₄. Après agitation, mesurer les pH respectifs pH₁ et pH₂ de ces deux solutions.

Préparer le solution 3 en mélangeant les deux solutions précédentes. Homogénéiser et mesurer pH₃.

Solutions utilisées	volumes
Solution aqueuse de chlorure d'ammonium ($\text{NH}_4^+ + \text{Cl}^-$) de concentration apportée c ₀ = 0,10 mol.L ⁻¹	V ₁ = 20 mL
Solution aqueuse d'ammoniac appelée ammoniacque (NH_3) de concentration apportée c ₀ = 0,10 mol.L ⁻¹	V ₂ = 20 mL
Solution aqueuse d'hydrogencarbonate de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HCO}_3^-$) de concentration apportée c ₀ = 0,10 mol.L ⁻¹	V ₃ = 20 mL
Solution aqueuse de carbonate de sodium ($2 \text{Na}^+ + \text{CO}_3^{2-}$) de concentration apportée c ₀ = 0,10 mol.L ⁻¹	V ₄ = 20 mL

b) Exploitation.

Solution 1

1. À partir de la mesure de pH₁ , calculer la valeur du quotient $[\text{NH}_3]_{\text{éq1}} / [\text{NH}_4^+]_{\text{éq1}}$ dans la solution 1.

Solution 2

2. À partir de la mesure de pH₂ , calculer la valeur du quotient $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{éq2}} / [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq2}}$ dans la solution 2.

Solution 3

3. Quelle est l'équation de la réaction acido-basique susceptible de se produire entre les espèces de ces deux couples dans la solution 3 ?
4. Calculer la constante d'équilibre K associée à cette réaction. Que vaudrait-elle si l'on avait écrit la transformation dans l'autre sens ?
5. À partir de la mesure de pH₃ , calculer les valeurs des quotients $[\text{NH}_3]_{\text{éq3}} / [\text{NH}_4^+]_{\text{éq3}}$ et $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{éq3}} / [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq3}}$ dans la solution 3. Retrouver alors la valeur de K (calculée théoriquement au 4.).
6. Comparer la valeur du quotient $[\text{NH}_3]_{\text{éq1}} / [\text{NH}_4^+]_{\text{éq1}}$ à celle du quotient $[\text{NH}_3]_{\text{éq3}} / [\text{NH}_4^+]_{\text{éq3}}$. En déduire le sens d'évolution du système.
7. Comparer la valeur du quotient $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{éq2}} / [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq2}}$ à celle du quotient $[\text{CO}_3^{2-}]_{\text{éq3}} / [\text{HCO}_3^-]_{\text{éq3}}$. Vérifier le sens d'évolution du système déterminé à la question 6.
8. Dans l'état initial (« système fictif » obtenu après mélange de la solution 1 et de la solution 2 mais « avant » réaction entre les espèces présentes), calculer la valeur du quotient de réaction initial Q_{r,i}.
9. En comparant Q_{r,i} et K , dégager un critère d'évolution du système pour cette première expérience.

III. Un deuxième système chimique.

a) Expérience et mesures.

On reprend les 4 solutions initiales précédentes mais on change les volumes prélevés :

$$V_1 = V_4 = 5 \text{ mL} \text{ et } V_2 = V_3 = 50 \text{ mL}$$

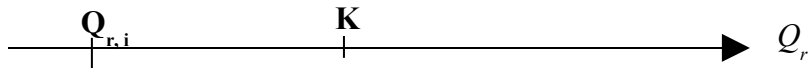
Recommencer les opérations précédentes (V₁ + V₂ puis V₃ + V₄ enfin V₁ + V₂ + V₃ + V₄). À chaque fois, après agitation, mesurer pH₁ , pH₂ et pH₃.

b) Exploitation.

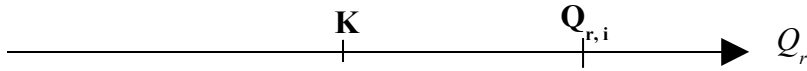
Répondre aux mêmes questions qu'au 1-b.

IV. Conclusion

- Dans quel sens a évolué le système chimique lorsque $Q_{r,i} < K$? Noter ce sens sur le graphique ci-dessous entre $Q_{r,i}$ et K .



- Comment a évolué le système chimique lorsque $Q_{r,i} > K$? Noter ce sens sur le graphique ci-dessous entre $Q_{r,i}$ et K .



- Y aurait-il évolution si le système était dans un état tel que $Q_{r,i} = K$?

