BURHAN

Évolution spontanée d'un système chimique : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/evolution-spontanee-d-un-systeme-chimique/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Évolution spontanée d'un système chimique	Application	8

Exercice 1

Expressions du quotient de réaction de trois équations

Pour chaque équation, écrire l'expression du quotient de réaction Q_r.

1.

Réaction de l'ammoniac avec l'eau, solvant de la solution :

$$\mathrm{NH_{3\,(aq)}} + \mathrm{H_2O_{(\ell)}} \rightleftharpoons \mathrm{NH_4^+{}_{(aq)}} + \mathrm{HO^-_{(aq)}}$$

INDICE

Se demander quel rôle joue l'eau dans cette solution.

2.

Oxydation des ions étain(II) par les ions fer(III) :

$$2\,\mathrm{Fe^{3+}_{(aq)}} + \mathrm{Sn^{2+}_{(aq)}} \rightleftharpoons 2\,\mathrm{Fe^{2+}_{(aq)}} + \mathrm{Sn^{4+}_{(aq)}}$$

INDICE

Chaque concentration est élevée à la puissance de son coefficient stœchiométrique.

3.

Réaction d'une lame de plomb avec les ions argent :

$$\mathrm{Pb_{(s)}} + 2\,\mathrm{Ag^+_{(aq)}} \rightleftharpoons \mathrm{Pb^{2+}_{(aq)}} + 2\,\mathrm{Ag_{(s)}}$$

INDICE

Repérer les espèces solides de l'équation.

Exercice 2

Mélange d'acide méthanoïque et d'ammoniac

On mélange $V_1 = 15{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'acide méthanoïque de concentration $C_1 = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $V_2 = 35{,}0\,\text{mL}$ d'une solution d'ammoniac de concentration $C_2 = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$. On néglige la faible réaction de chaque espèce avec l'eau dans sa propre solution. La réaction étudiée a pour équation :

$$\text{HCOOH}_{(\text{aq})} + \text{NH}_{3\,(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{HCOO}^-_{(\text{aq})} + \text{NH}_4^+{}_{(\text{aq})}$$

Sa constante d'équilibre vaut $K = 3{,}2 \times 10^{5}$ à $25\,^\circ\text{C}$.

1.

Calculer les concentrations $[\text{HCOOH}]_i$ et $[\text{NH}_3]_i$ dans le mélange, avant toute évolution.

INDICE

Le volume qui dilue chaque espèce est celui du mélange entier.

2.

Donner la valeur de $Q_{r,i}$ et en déduire le sens d'évolution spontanée du système.

INDICE

Regarder si les produits de la réaction sont présents juste après le mélange.

Exercice 3

Quotient de réaction d'une solution d'ions diamminoargent

Une solution contient des ions argent, de l'ammoniac et des ions diamminoargent, qui participent à la réaction :

$$\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + 2\,\text{NH}_{3\,(\text{aq})} \rightleftharpoons [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+_{(\text{aq})}$$

de constante $K = 1{,}7 \times 10^{7}$ à $25\,^\circ\text{C}$. À un instant donné : $[\text{Ag}^+] = 5{,}0 \times 10^{-6}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$, $[\text{NH}_3] = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$ et $[[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+] = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$.

1.

Exprimer Q_r pour cette équation, puis en donner la valeur numérique à l'instant considéré.

INDICE

Le coefficient de l'ammoniac dans l'équation intervient dans le quotient.

2.

Le système est-il à l'équilibre ? Sinon, dans quel sens évolue-t-il ?

INDICE

Comparer le quotient calculé à la constante d'équilibre.

Exercice 4

Sens d'évolution : méthanoate et ammonium

On étudie à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$ la réaction :

$$\mathrm{HCOO^-_{(aq)} + NH^+_{4\,(aq)} \rightleftharpoons HCOOH_{(aq)} + NH_{3(aq)}}$$

de constante $K = 3{,}2 \times 10^{-6}$. Un mélange contient, juste après sa préparation : $[\mathrm{HCOO^-}]_i = 2{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, $[\mathrm{NH_4^+}]_i = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, $[\mathrm{HCOOH}]_i = 5{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ et $[\mathrm{NH_3}]_i = 4{,}0 \times 10^{-4}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$.

1.

Calculer le quotient de réaction initial $Q_{r,i}$.

INDICE

Les produits de cette équation sont l'acide méthanoïque et l'ammoniac.

2.

En déduire le sens d'évolution spontanée et les espèces qui se forment.

INDICE

Comparer le quotient initial à la constante donnée.

Exercice 5

Clou de fer dans une solution d'ions cuivre(II)

On plonge un clou de fer décapé dans une solution bleue de chlorure de cuivre(II), qui ne contient pas d'ions fer(II). La transformation possible a pour équation :

$$\mathrm{Fe_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightleftharpoons Fe^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}}$$

de constante $K = 2 \times 10^{26}$ à $25\,^{\circ}\mathrm{C}$.

1.

Écrire l'expression de Q_r et donner sa valeur $Q_{r,i}$ dans l'état initial.

INDICE

Le fer et le cuivre métalliques sont des solides ; regarder ensuite si l'espèce du numérateur est présente au départ.

2.

Prévoir le sens d'évolution spontanée du système.

INDICE

Comparer un quotient nul à une constante qui ne peut pas l'être.

3.

Décrire deux observations qui confirmeraient ce sens au bout de quelques minutes.

INDICE

Penser à l'aspect de la surface du clou et à la couleur de la solution.

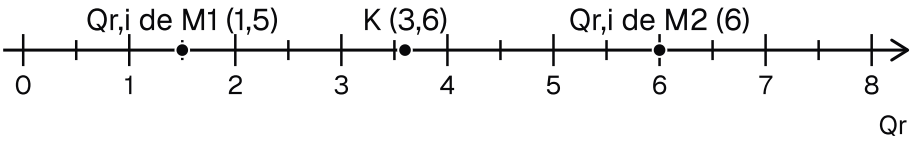
Exercice 6

Axe des Qr : acide benzoïque et ions éthanoate

L'acide benzoïque réagit avec les ions éthanoate selon :

$$\mathrm{C_6H_5COOH_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}} \rightleftharpoons \mathrm{C_6H_5COO^-_{(aq)} + CH_3COOH_{(aq)}}$$

de constante $K = 3{,}6$ à $25\,^\circ\mathrm{C}$. Le document place sur un axe la constante K et les quotients initiaux de deux mélanges, M_1 et M_2.



Axe des valeurs de Qr pour la réaction de l'acide benzoïque avec les ions éthanoate : constante K et quotients initiaux des mélanges M1 et M2.

1.

Dans quel sens évolue le mélange M_1 ? Quelles espèces se forment ?

INDICE

Situer le point de M_1 par rapport à celui de K.

2.

Même question pour le mélange M_2.

INDICE

Le point de M_2 est-il du même côté de K que celui de M_1 ?

Exercice 7

Constante de la dissociation de l'ion diamminoargent

La formation de l'ion diamminoargent

$$\mathrm{Ag^+_{(aq)}} + 2\,\mathrm{NH_{3(aq)}} \rightleftharpoons \mathrm{[Ag(NH_3)_2]^+_{(aq)}}$$

a pour constante $K = 1{,}7 \times 10^{7}$ à $25\,^\circ\mathrm{C}$. On étudie l'équation écrite en sens inverse :

$$\mathrm{[Ag(NH_3)_2]^+_{(aq)}} \rightleftharpoons \mathrm{Ag^+_{(aq)}} + 2\,\mathrm{NH_{3(aq)}}$$

1.

Calculer la constante K' associée à l'équation de dissociation.

INDICE

Relire la propriété qui relie les constantes des deux écritures d'une même équation.

2.

Une solution contient $[\mathrm{Ag^+}] = 2{,}0 \times 10^{-3}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$, $[\mathrm{NH_3}] = 1{,}0 \times 10^{-2}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$ et $[[\mathrm{Ag(NH_3)_2}]^+] = 5{,}0 \times 10^{-4}\,\mathrm{mol\cdot L^{-1}}$. Calculer Q'_r pour l'équation de dissociation et prévoir le sens d'évolution.

INDICE

Dans l'équation de dissociation, l'ion complexe est le réactif.

3.

Vérifier cette conclusion avec l'équation de formation.

INDICE

Pour l'équation de formation, le quotient est l'inverse de celui de la dissociation.

Exercice 8

Variation de Qr : benzoate et ammonium

On mélange une solution de benzoate de sodium et une solution de chlorure d'ammonium. Le mélange ne contient au départ ni acide benzoïque ni ammoniac. La réaction étudiée est :

$$\mathrm{C_6H_5COO^-_{(aq)}} + \mathrm{NH_4^+}_{(aq)} \rightleftharpoons \mathrm{C_6H_5COOH_{(aq)}} + \mathrm{NH_{3(aq)}}$$

de constante $K = 8{,}9 \times 10^{-6}$ à $25\,^\circ\mathrm{C}$.

1.

Donner $Q_{r,i}$ et le sens d'évolution spontanée du système.

INDICE

Repérer les espèces du numérateur du quotient et vérifier si elles sont présentes au départ.

2.

Comment varie Q_r au cours de l'évolution ? Quelle valeur atteint-il dans l'état final ?

INDICE

Le système évolue jusqu'à un état particulier, caractérisé par la constante d'équilibre.