

Évolution spontanée d'un système chimique

Chapitre 6

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

15 février 2017

Sommaire

**Évolution
spontanée d'un
système chimique**

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1 Introduction

2 Rappel sur le quotient d'une réaction

3 Comment un système évolue-t-il spontanément ?

4 Comment appliquer le critère d'évolution ?

Sommaire

**Évolution
spontanée d'un
système chimique**

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1 Introduction

2 Rappel sur le quotient d'une réaction

3 Comment un système évolue-t-il spontanément ?

4 Comment appliquer le critère d'évolution ?

Sommaire

**Évolution
spontanée d'un
système chimique**

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

- 1 Introduction
- 2 Rappel sur le quotient d'une réaction
- 3 Comment un système évolue-t-il spontanément ?
- 4 Comment appliquer le critère d'évolution ?

Sommaire

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

- 1 Introduction
- 2 Rappel sur le quotient d'une réaction
- 3 Comment un système évolue-t-il spontanément ?
- 4 Comment appliquer le critère d'évolution ?

Introduction

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?



Pamukkale en Turquie est un site naturel classé patrimoine mondial de l'Unesco. Les eaux chaudes sont saturées de carbonate de calcium et produisent de splendides concrétions à la blancheur éblouissante.

* Comment expliquer que l'on puisse observer soit le dépôt, soit la dissolution du carbonate de calcium ?

I. Rappel sur le quotient d'une réaction

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

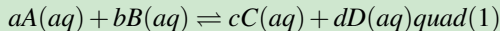
Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1. Expression du quotient de réaction

Le quotient de réaction Q_r pour une réaction chimique d'équation :



s'écrit dans un état donné du système :

$$Q_r = \frac{[C]^c \cdot [D]^d}{[A]^a \cdot [B]^b}$$

L'expression de Q_r ne fait intervenir que les concentrations des espèces chimiques dissoutes, exprimées en mol/l et Q_r est sans unité .

I. Rappel sur le quotient d'une réaction

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

2. Calcul de Q_r , dans un état donné du système

Oxydation du cuivre ;

Le métal de cuivre réagit avec les ions $Ag^+(aq)$ pour donner de l'argent métallique et des ions de cuivre II $Cu^{2+}(aq)$. On introduit 1,5g de cuivre dans 500,0ml d'une solution de nitrate d'argent ($Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$), de concentration $C = 2,00 \times 10^{-2} mol/l$.

1. Écrire l'équation de la réaction . En déduire l'expression littérale du quotient de la réaction . 2. Déterminer la valeur du quotient de la réaction :
 - a. Dans l'état initial du système considéré ;
 - b. pour un avancement x de la réaction égal à 4,0mol.

I. Rappel sur le quotient d'une réaction

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

3. Valeur du quotient de réaction à l'équilibre .

Dans l'état d'équilibre d'un système , le quotient de réaction prend une valeur indépendante de la composition initiale ; cette valeur est la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction donnée :

$$K = Q_r$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

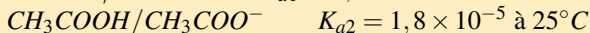
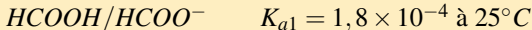
Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1. Pourquoi un système évolue-t-il ?

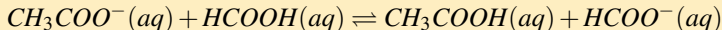
Activité 1 :

L'acide éthanoïque CH_3COOH et l'ion éthanoate CH_3COO^- d'une part , l'acide méthanoïque $HCOOH$ et l'ion méthanoate $HCOO^-$ d'autre part, forment des couples acide-base :



$$pK_{a1} = 3,74 \quad pK_{a2} = 4,8$$

Dans l'eau , ils réagissent selon la réaction d'équation :



La constante d'équilibre à $25^\circ C$:

$$K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = 10$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

Dans trois béchers , on réalise les mélanges , ci dessous à partir des quatre solutions ① ,②,③ et ④ de même concentration :
 $C = 1,0 \times 10^{-1} mol/l$. On homogénéise et on mesure le pH de A,B et C .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

Bécher	A	B	C
$V_1(ml) \quad CH_3COOH$	10	20	10
$V_2(ml) \quad Na^+ + CH_3COO^-$	10	1	1
$V_3(ml) \quad HCOOH$	10	5	1
$V_4(ml) \quad Na^+ + HCOO^-$	10	10	1
pH mesuré	4,2	3,7	3,8
$\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$	1	2	1
$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$	2,8	0,9	1
$\frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$	0,28	0,09	0,1
Q_{ri}	1	40	10
Q_{rf}	10	10	10

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution

spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

Pour chacun des trois systèmes A,B,et C :

- 1. Calculer le rapport $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ dans l'état initial avant la réaction .
- * $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_3}$ et on peut le calculer dans chaque bécher .
- 2. a. Exprimer le rapport $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$ à l'équilibre en fonction de $[H_3O^+]_{eq}$ et K_{a1} . Le calculer .
- Le rapport des concentration à l'équilibre se déduit de la constante d'acidité K_a du couple :

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ Voir le tableau}$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

Pour chacun des trois systèmes A,B,et C :

- 1. Calculer le rapport $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ dans l'état initial avant la réaction .
 - * $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_3}$ et on peut le calculer dans chaque bécher .
- 2. a. Exprimer le rapport $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$ à l'équilibre en fonction de $[H_3O^+]_{eq}$ et K_{a1} . Le calculer .
- Le rapport des concentration à l'équilibre se déduit de la constante d'acidité K_a du couple :

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ Voir le tableau}$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

Pour chacun des trois systèmes A,B,et C :

- 1. Calculer le rapport $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ dans l'état initial avant la réaction .
- * $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_3}$ et on peut le calculer dans chaque bécher .

- 2. a. Exprimer le rapport $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$ à l'équilibre en fonction de $[H_3O^+]_{eq}$ et K_{a1} . Le calculer .

- Le rapport des concentration à l'équilibre se déduit de la constante d'acidité K_a du couple :

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ Voir le tableau}$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

Pour chacun des trois systèmes A,B,et C :

- 1. Calculer le rapport $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ dans l'état initial avant la réaction .
- * $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_3}$ et on peut le calculer dans chaque bécher .
- 2. a. Exprimer le rapport $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$ à l'équilibre en fonction de $[H_3O^+]_{eq}$ et K_{a1} . Le calculer .
- Le rapport des concentration à l'équilibre se déduit de la constante d'acidité K_a du couple :

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ Voir le tableau}$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

Pour chacun des trois systèmes A,B,et C :

- 1. Calculer le rapport $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$ dans l'état initial avant la réaction .
- * $\frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} = \frac{V_4}{V_3}$ et on peut le calculer dans chaque bécher .
- 2. a. Exprimer le rapport $\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$ à l'équilibre en fonction de $[H_3O^+]_{eq}$ et K_{a1} . Le calculer .
- Le rapport des concentration à l'équilibre se déduit de la constante d'acidité K_a du couple :

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ Voir le tableau}$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

- b. En déduire quel(s) système(s) a (ont) évolué. Dans quel sens ? .

- Pour les mélange des bécher A et B , on constate que :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \neq \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} \text{ Les systèmes A et B ont donc évolué .}$$

En revanche pour le mélange du bécher C , on constate que :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} \text{ Le système n'a pas évolué .}$$

- 3. Calculer le quotient de réaction Q_r , à l'état initial . le comparer à K et conclure .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

- b. En déduire quel(s) système(s) a (ont) évolué. Dans quel sens ? .

- Pour les mélange des bécher A et B , on constate que :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \neq \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} \text{ Les systèmes A et B ont donc évolué .}$$

En revanche pour le mélange du bécher C , on constate que :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i} \text{ Le système n'a pas évolué .}$$

- 3. Calculer le quotient de réaction Q_r , à l'état initial . le comparer à K et conclure .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

- b. En déduire quel(s) système(s) a (ont) évolué. Dans quel sens ? .
- Pour les mélange des bécher A et B , on constate que :
$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \neq \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$
 Les systèmes A et B ont donc évolué .
En revanche pour le mélange du bécher C , on constate que :
$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$
 Le système n'a pas évolué .
- 3. Calculer le quotient de réaction Q_r , à l'état initial . le comparer à K et conclure .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

- b. En déduire quel(s) système(s) a (ont) évolué. Dans quel sens ? .
- Pour les mélange des bécher A et B , on constate que :
$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} \neq \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$
Les systèmes A et B ont donc évolué .
En revanche pour le mélange du bécher C , on constate que :
$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$
Le système n'a pas évolué .
- 3. Calculer le quotient de réaction Q_r , à l'état initial . le comparer à K et conclure .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

a. À l'état initial :

$$Q_{ri} = \frac{[HCOO^-]_i \cdot [CH_3COOH]_i}{[HCOOH]_i \cdot [CH_3COO^-]_i}$$

$$[HCOO^-]_i = \frac{C \cdot V_4}{V_{total}} \quad [CH_3COOH]_i = \frac{C \cdot V_1}{V_{total}}$$

$$[HCOOH]_i = \frac{C \cdot V_3}{V_{total}} \quad [CH_3COO^-]_i = \frac{C \cdot V_2}{V_{total}}$$

$$Q_{ri} = \frac{V_4 \cdot V_1}{V_3 \cdot V_2}$$

On fait le calcul pour chaque bécher .

* On constate que le bécher A et B : $Q_{r,i} \neq K$

* pour le bécher C : $Q_{r,i} = K$

Donc dans A et B le système a évolué . En revanche dans C n'a pas évolué .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

Ce résultat se généralise :

Un système chimique évolue spontanément si le quotient de réaction dans l'état initial est différent de la constante d'équilibre $Q_{r,i} \neq K$. Il n'évolue pas si $Q_{r,i} = K$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

b. À l'état final : pour le couple $HCOOH/HCOO^-$

$$K_{a1} = \frac{[HCOO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}}$$

et pour le couple CH_3COOH/CH_3COO^-

$$K_{a2} = \frac{[CH_3COO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}}$$

$$\text{d'où : } \frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a1}} \text{ et } \frac{[CH_3COO^-]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} = 10^{pH - pK_{a2}}$$

Dans les bécher A, B et C on a :

$$Q_{r,f} = Q_{r,eq} = K = 10$$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

Ce résultat se généralise :

Au cours d'une évolution spontanée , la quotient de la réaction Q_r tend vers K et, à l'état final : $Q_{r,f} = Q_{r,eq} = K$.

Un système chimique évolue spontanément vers l'état d'équilibre .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

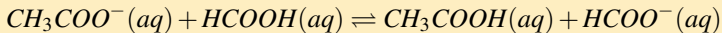
2. Conclusion : critère d'évolution spontanée

* Évolution du système dans le sens direct :

Les calculs effectués dans l'activité , ont montré que dans le bécher A :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} > \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$

donc le rapport $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ a augmenté . i.e que les ions que les ions formiate ont donc formé , alors que des molécules d'acide formique ont disparu : le système est évolué dans le sens direct de l'équation de la réaction .



avec : Q_r a augmenté de $Q_{r,i} = 1$ à $Q_{r,f} = Q_{r,eq} = K$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

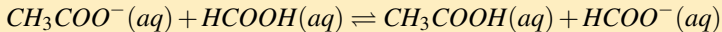
Comment appliquer le critère d'évolution ?

*** Évolution du système dans le sens inverse :**

Dans le bécher B , le calcul montre que :

$$\frac{[HCOO^-]_{eq}}{[HCOOH]_{eq}} < \frac{[HCOO^-]_i}{[HCOOH]_i}$$

donc le rapport $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ a diminué . i.e que les ions que les ions formiate ont donc disparu , alors que des molécules d'acide formique se sont formées : le système est évolué dans le sens inverse de l'équation de la réaction .



avec : Q_r a diminué de $Q_{r,i} = 40$ à $Q_{r,f} = Q_{r,eq} = K$

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

* Conclusion : critère d'évolution :

☞ Si le quotient de réaction initial est égal à la constante d'équilibre , soit $Q_{r,i} = K$, le système est déjà à l'équilibre et aucune évolution

spontanée n'est possible . ($\frac{Q_{r,i}}{K} = 1$) .

☞ Lorsque le quotient de réaction initial est différent de la constante d'équilibre , le système évolue spontanément vers un état d'équilibre :

* si $Q_{r,i} < K \Rightarrow \frac{Q_{r,i}}{K} < 1$ le système évolue dans le sens direct de l'équation de la réaction ;

* si $Q_{r,i} > K \Rightarrow \frac{Q_{r,i}}{K} > 1$ le système évolue dans le sens inverse de l'équation de la réaction .

II. Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Évolution spontanée d'un système chimique

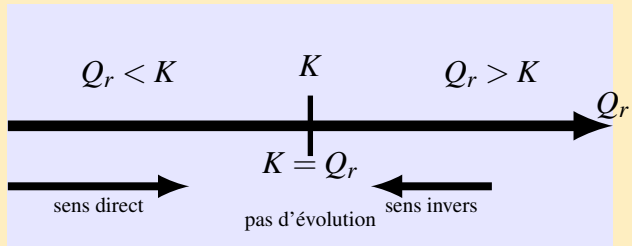
allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?



Utilité de ce critère est de prévoir le sens d'évolution spontanée du système à température constante lorsqu'on connaît sa composition dans l'état initial .

III. Comment appliquer le critère d'évolution ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1. Réaction acido-basique

On introduit dans un bécher :

* $V_1 = 10,0\text{ml}$ d'une solution d'acide acétique de concentration

$C = 0,010\text{mol/l}$

* $V_2 = 10,0\text{ml}$ d'une solution d'acétate de sodium fraîchement préparée
de même concentration C ;

* $V_3 = 20,0\text{ml}$ d'une solution d'ammoniac NH_3 de concentration
 $C' = 0,025\text{mol/l}$;

* $V_4 = 10,0\text{ml}$ d'une solution de chlorure d'ammonium
 $\text{NH}_4^+(aq) + \text{Cl}^-(aq)$ de même concentration C' .

III. Comment appliquer le critère d'évolution ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

1. Écrire l'équation de la réaction qui peut se produire en considérant l'acide acétique comme un réactif .
2. On donne la constante d'acidité des deux couples $K_a(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 10^{-4,8}$ et $K_a(NH_4^+/NH_3) = 10^{-9,2}$. Déterminer la constante d'équilibre K associée à cette réaction .
3. Déterminer la valeur de la quotient de réaction dans l'état initial $Q_{r,i}$ du système .
4. Dans quel sens le système va-t-il évolué ?

III. Comment appliquer le critère d'évolution ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

2. Réaction doxydoréduction

Dans un erlenmeyer , on introduit :

* $V_1 = 20,0ml$ d'une solution de sulfate de cuivre (II) de concentration $C_1 = 0,10mol/l$

* $V_2 = 20,0ml$ d'une solution de sulfate de fer (II) , $2Fe^{3+}(aq) + 3SO_4^{2-}$ de concentration $C_2 = 0,050mol/l$;

* $V_3 = 10,0ml$ d'une solution de sulfate de fer (II) $Fe^{2+}(aq) + SO_4^{2-}$ de concentration $C_3 = 0,010mol/l$, acidifiée à l'acide sulfurique ;

* une pointe de spatule de poudre de cuivre .

On agite avec un agitateur magnétique pendant environ dix minutes . On arrête l'agitation et on filtre le mélange obtenu pour éviter toute réaction parasite ultérieure .

III. Comment appliquer le critère d'évolution ?

Évolution spontanée d'un système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le quotient d'une réaction

Comment un système évolue-t-il spontanément ?

Comment appliquer le critère d'évolution ?

1. Écrire l'équation de la réaction qui peut se produire entre les ions $Fe^{2+}(aq)$ et le cuivre métallique . Vérifier que c'est une équation d'oxydoréduction .
2. Déterminer les concentrations des espèces chimiques mises en jeu dans le mélange initial , avant toute réaction .
3. En déduire la valeur du quotient de réaction dans l'état initial de ce système .

III. Comment appliquer le critère d'évolution ?

Évolution
spontanée d'un
système chimique

allal Mahdade

Introduction

Rappel sur le
quotient d'une
réaction

Comment un
système évolue-t-il
spontanément ?

Comment
appliquer le
critère
d'évolution ?

4. Pour cette réaction à $25^{\circ}C$, la valeur de la constante d'équilibre $K' = 2,1 \times 10^{14}$. Dans quel sens le système va-t-il évoluer ?

On prélève $V_0 = 20ml$, du filtrat obtenu, on l'introduit dans un erlenmeyer .

On titre les ions fer (II) contenus dans le prélèvement par une solution de permanganate de sodium à $C' = 0,010mol/l$.

4.1 Écrire l'équation de la réaction de titrage des ions $Fe^{2+}(aq)$ par les ions permanganates MnO_4^- en milieu acide (il se forme Fe^{3+} et Mn^{2+})

4.2 Déterminer la concentration des ions fer (II) dans le prélèvement .
Peut-on en déduire la concentration des ions fer (II) dans l'état final du système avant filtration ?

4.3 L'évolution prévue a-t-elle effectivement eu lieu ?