

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## Quotient de réaction - constante d'équilibre

### Chapitre 4

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

19 novembre 2016

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 1 Introduction

2 Comment définir un quotient de réaction ?

3 Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

4 Constante d'équilibre

5 De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 1 Introduction

## 2 Comment définir un quotient de réaction ?

## 3 Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

## 4 Constante d'équilibre

## 5 De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

### 1 Introduction

### 2 Comment définir un quotient de réaction ?

### 3 Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

### 4 Constante d'équilibre

### 5 De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

### 1 Introduction

### 2 Comment définir un quotient de réaction ?

### 3 Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

### 4 Constante d'équilibre

### 5 De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 1 Introduction

## 2 Comment définir un quotient de réaction ?

## 3 Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

## 4 Constante d'équilibre

## 5 De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

# هذا الملف تم تدميله من موقع Talamid.ma : Introduction

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

## Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?



Lors d'efforts intenses , la régulation du pH du sang met en jeu divers équilibres chimiques .

\* Quelle grandeur caractérise un équilibre chimiques ?

# Talamid.ma : الموقع من الملفات قم بزيارة الموقع

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Le quotient de réaction est une grandeur qui caractérise un système chimique dans un état donné. Sa valeur , au cours de la réaction , nous renseigne sur l'évolution du système considéré . Son expression dépend de la nature du système .

## Talamid.ma : قم بزيارة الموقع لمزيد من الملفات

## I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

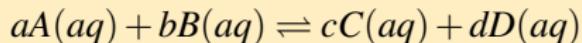
Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

### 1. Systèmes ne comportant que des espèces dissoutes

*On considère un système chimique qui subit une transformation chimique modélisée par l'équation suivante :*



*Les espèces chimiques A , B , C et D dissoutes dans l'eau . a , b , c et d les coefficients stœchiométriques .*

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

On définit le quotient de réaction  $Q_r$  qui correspond au sens direct (1) pour un état donné du système chimique par la relation suivante :

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

$[X]$  le nombre qui mesure dans l'état considéré du système , la concentration molaire effective de l'espèce chimique X , exprimée en mol/l . Cet état peut être , l'état initial  $[X]_i$ , final  $[X]_f$  ou un état quelconque  $[X]$ .

$Q_r$  n'est pas dimensionné. Sa valeur s'exprime par un nombre sans unité

.

# Talamid.ma : قم بزيارة الموقع لمزيد من الملفات

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

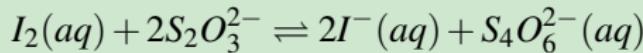
Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## Exercice d'application 1 :

On considère la réaction chimique entre le diiode  $I_2(aq)$  dissout dans l'eau et les ions thiosulfate  $S_2O_3^{2-}(aq)$  modélisée par l'équation chimique suivante :



A l'instant  $t$  les concentrations des espèces chimiques en solution est :

$$[I_2] = 1,0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}, [S_2O_3^{2-}] = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$$

$$[I^-] = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}, [S_4O_6] = 2,0 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

Calculer le quotient de réaction qui correspond au sens direct de la réaction (1)

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

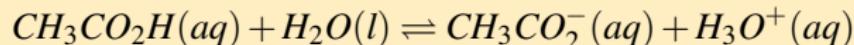
Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Dans le cas de la réaction entre l'acide éthanoïque et l'eau , l'équation :



l'eau à la fois réactif et solvant n'apparaît pas dans l'expression du quotient de réaction et qui s'écrit pour un état donné du système :

$$Q_r = \frac{[CH_3CO_2^-].[H_3O^+]}{[CH_3CO_2H]}$$

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

D'une façon générale :

*Par convention, l'eau, lorsqu'elle constitue le solvant , n'intervient pas dans l'écriture d'un quotient de réaction , même si elle figure dans l'équation de la réaction .*

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

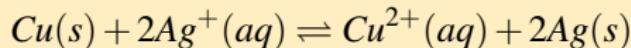
Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 2. Système comportant des solides

On considère l'oxydation du métal cuivre  $Cu(s)$  par des ions argent (I)  $Ag^+(aq)$  selon l'équation suivante :



Le système dans état donné , comporte les espèces dissoutes  $Ag^+(aq)$  et  $Cu^{2+}(aq)$  ainsi que des espèces solides , Cu et Ag , la concentration d'un solide n'est pas définie , elle est remplacer par 1 dans l'expression de  $Q_r$  qui s'écrit :

$$Q_r = \frac{[Cu^{2+}]}{[Ag^+]^2}$$

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

D'une façon générale :

*Par convention, l'expression du quotient d'une réaction faisant intervenir des solides et des espèces dissoutes ne comporte que les concentrations molaires des espèces dissoutes .*

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

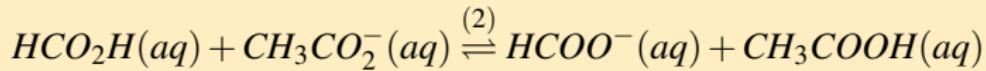
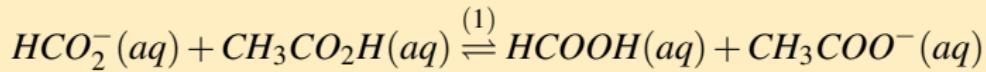
Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 3. Propriétés du quotient de réaction

On considère un système chimique comportant en solution de l'acide éthanoïque , des ions méthanoate, de l'acide méthanoïque et des ion éthanoate .

Ce système peut évoluer soit dans le sens de formation de l'acide méthanoïque , soit dans le sens de formation des ions méthanoate .



# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :

## I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Par définition pour l'équation (1) :

$$Q_{r1} = \frac{[HCOOH].[CH_3COO^-]}{[HCO_2^-].[CH_3CO_2H]}$$

Pour l'équation (2) :

$$Q_{r2} = \frac{[HCOO^-].[CH_3COOH]}{[HCO_2H].[CH_3CO_2^-]} = \frac{1}{Q_{r1}}$$

# Talamid.ma : الموقع من الملفات قم بزيارة الموقع

# Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

## I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

D'une façon générale :

*L'expression du quotient de réaction dépend du sens de l'écriture de l'équation de la réaction : les quotients de réaction de deux réactions inverses sont inverses l'un de l'autre .*

# Talamid.ma : هذا الملف تم تحميله من موقع

## I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

### Exercice d'application 2 :

Une solution aqueuse , de volume V, est obtenue en introduisant dans l'eau 10,0mmol d'acide benzoïque et 20,0mmol d'éthanoate de sodium .

- ❶ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide benzoïque et les ions éthanoate , puis établir le tableau d'avancement .
- ❷ Donner l'expression du quotient de réaction pour un état donné et l'exprimer en fonction de l'avancement . Conclure .

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : I. Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

*Le quotient de réaction dépend de l'avancement de la réaction .*

# Talamid.ma : قم بزيارة الموقع

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : II. Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

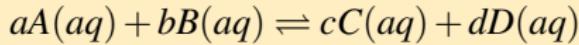
Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

*On appelle quotient de réaction à l'équilibre , la valeur qui prend le quotient de réaction lorsque le système est à l'état d'équilibre .*

*Lorsque le système atteint l'état d'équilibre , la concentration molaire effective des différentes espèces chimiques qui le constituent restent constantes au cours du temps et qui prennent des valeurs  $[X_{eq}]$  qu'on peut les déterminer par des différentes méthodes comme la conductivité par exemple .*

*Pour une réaction par exemple :*



*On a*

$$Q_{r,eq} = \frac{[C]_{eq}^c \cdot [D]_{eq}^d}{[A]_{eq}^a \cdot [B]_{eq}^b}$$

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : II. Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## Exercice d'application 3 :

On plonge une cellule conductimétrique dans un volume V d'une solution S d'acide éthanoïque de concentration apportée  $C = 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$ , on trouve  $\sigma = 343 \mu\text{S}/\text{cm}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

- Quelles sont les concentrations des espèces ioniques dans cette solution à l'état d'équilibre ?

On donne :  $\lambda_{H_3O^+} = 35,0 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$ ;  $\lambda_{CH_3CO_2^-} = 4,09 \text{ mS.m}^2/\text{mol}$

- Quelle est la valeur de  $Q_{r,eq}$  dans l'état d'équilibre ?

### Réponse :

la valeur de  $Q_{r,eq}$  dans l'état d'équilibre :

$$Q_{r,eq} = 1,6 \times 10^{-5}$$

# هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : III. Constante d'équilibre

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

1. La valeur du quotient de réaction dans l'état d'équilibre dépend-t-elle de l'état initial ?

## Exercice d'application 4 :

On mesure la conductivité d'une solution S' d'acide éthanoïque de concentration molaire  $C' = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ .

La valeur de la conductivité vaut  $\sigma' = 0,107 \text{ mS/cm}$  à  $25^\circ\text{C}$ .

- ❶ En utilisant la même méthode précédente , déterminer le quotient  $Q'_{r,eq}$  de réaction à l'état d'équilibre .
- ❷ Comparer la valeur obtenue avec celle de l'application précédente . conclure

Talamid.ma : قم بزيارة الموقع

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

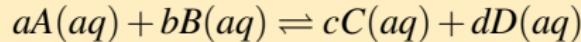
Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 2. conclusion

Dans un état d'équilibre d'un système , le quotient de réaction  $Q_{r,eq}$  prend une valeur indépendante de la composition initiale du système . À chaque équation de réaction est associée une constante  $K$  appelée constante d'équilibre . Sa valeur est égale à  $Q_{r,eq}$  et ne dépend que de la température .

Pour une réaction par exemple :



On a

$$Q_{r,eq} = K = \frac{[C]_{eq}^c \cdot [D]_{eq}^d}{[A]_{eq}^a \cdot [B]_{eq}^b}$$

*K n'a pas de dimension .*

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : IV. De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 1. Taux d'avancement final et constante d'équilibre

### Exercice d'application 5 :

On mesure à  $25^{\circ}C$  la conductivité  $\sigma_1$  et  $\sigma_2$  de deux solution  $S_1$  , l'acide éthanoïque et  $S_2$  l'acide méthanoïque , de même concentration apportée  $C = 5,0 \times 10^{-2} mol/l$ , on trouve successivement  $\sigma_1 = 343 \mu S/cm$  et  $\sigma_2 = 1129 \mu S/cm$

| Acide             | Constante d'équilibre      |
|-------------------|----------------------------|
| Acide éthanoïque  | $K_1 = 1,6 \times 10^{-5}$ |
| Acide méthanoïque | $K_2 = 1,6 \times 10^{-4}$ |

- ❶ Quelles sont les concentrations des espèces ioniques dans ces deux solutions ?

On donne :  $\lambda_{H_3O^+} = 35,0 mS.m^2/mol$  ;  $\lambda_{HCO_3^-} = 5,46 mS.m^2/mol$

- ❷ Quelle est , dans chaque cas , les valeurs du taux d'avancement final de la réaction entre l'acide et l'eau ? Conclure

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : IV. De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## Réponse :

$$\tau_1 = 0,018 \text{ et } \tau_2 = 0,056$$

Les deux réactions étudiées ne diffèrent que par la nature des acides mis en jeu et donc par la valeur de leur constante d'équilibre . Pour une même concentration initiale , le taux d'avancement final de ces deux réactions est différent .

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : IV. De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

*Le taux d'avancement final d'une réaction dépend de sa constante d'équilibre .*

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## 2. Taux d'avancement final et état initial

### Exercice d'application 6 :

On mesure à  $25^{\circ}C$  la conductivité de diverses solutions d'acide éthanoïque à diverses concentrations apportées C :

| $C(mol/l)$           | $\sigma(mS/cm)$ |
|----------------------|-----------------|
| $5,0 \times 10^{-2}$ | 0,343           |
| $1,0 \times 10^{-2}$ | 0,153           |
| $5,0 \times 10^{-3}$ | 0,107           |

Quelle est , dans chaque solution , les valeurs du taux d'avancement final de la réaction entre l'acide et l'eau ? Conclure

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma :

IV. De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

## Réponse :

| $C(mol/l)$           | $[H_3O^+]_{eq}(mol/l)$ | $\tau$ |
|----------------------|------------------------|--------|
| $5,0 \times 10^{-2}$ | $0,88 \times 10^{-3}$  | 0,018  |
| $1,0 \times 10^{-2}$ | $0,39 \times 10^{-3}$  | 0,039  |
| $5,0 \times 10^{-3}$ | $0,27 \times 10^{-3}$  | 0,054  |

Le taux d'avancement final de la réaction varie lorsque la concentration apportée en acide varie .

# مذكرة الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma : De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

Quotient de réaction - constante d'équilibre

allal Mahdade

Introduction

Comment définir un quotient de réaction ?

Quotient de réaction dans l'état d'équilibre

Constante d'équilibre

De quel paramètre dépend le taux d'avancement final ?

*Le taux d'avancement final d'une réaction dépend de l'état initial du système*