

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Notion d'équilibre chimique

Chapitre 3

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

13 novembre 2016

هذا الملف تم تدميله من موقع Talamid.ma

Sommaire

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

3 Comment définir et mesurer le pH ?

4 Une transformation chimique est-elle toujours totale ?

المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

Sommaire

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

3 Comment définir et mesurer le pH ?

4 Une transformation chimique est-elle toujours totale ?

المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

Sommaire

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

3 Comment définir et mesurer le pH ?

4 Une transformation chimique est-elle toujours totale ?

المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

هذا الملف تم تدميله من موقع Talamid.ma : Sommaire

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1 Introduction

2 Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

3 Comment définir et mesurer le pH ?

4 Une transformation chimique est-elle toujours totale ?

المزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma : allal Mahdade

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

Introduction

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?



Afin d'obtenir un bon rendement , le pH d'une terre agricole doit être adapté à la culture choisie .

* Comment peut-on ajuster le pH d'un sol ?

لمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

I. Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1. Couple acide/base

Définition acide et base selon Bronsted

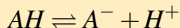
☞ Un acide est une espèce chimique pouvant donner un ou plusieurs protons H^+

☞ Une base est une espèce chimique pouvant capter un ou plusieurs protons H^+

Lorsqu'un acide HA cède un proton , il se transforme en l'espèce chimique A^- qu'est une base conjuguée de HA .

HA et A^- constituent un couple acide-base , noté HA/A^- .

Un couple HA/A^- est défini par la demi-équation acide-base :



I. Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

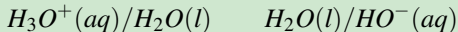
Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exercice d'application

écrire les demi-équations des couples acido-basiques suivants :



I. Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

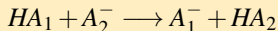
Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

2. Réaction acido-base

Toute réaction acido-basique met en jeu un transfert de protons H^+ de l'acide noté HA_1 du couple acido-basique HA_1/A_1^- vers la base notée A_2^- d'un autre couple acido-basique HA_2/A_2^- :



I. Qu'est ce qu'une réaction acido-basique ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exercice d'application 2

1. Écrire les équations des réactions acido-basique entre :

a. l'acide du couple $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$ et la base du couple $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$

b. l'acide du couple $H_2O(l)/HO^-(aq)$ et la base du couple $NH_4^+(aq)/NH_3(aq)$

c. l'acide du couple $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ et la base du couple $HCO_3^-(aq)/CO_3^{2-}(aq)$

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1. Définition du pH

Les propriétés acide ou basique d'une solution aqueuse dépendent de la concentration en ion oxonium H_3O^+ qui existe en solution

$$10^{-14} \text{ mol/l} \leq [H_3O^+] \leq 1 \text{ mol/l}$$

On remarque que l'utilisation de valeurs si différentes , et parfois très petites pose quelques problèmes .

C'est en 1909 , le chimiste danois S.Sorensen introduit une grandeur mathématique appelée pH .

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Pour des solutions diluées telles que : $[H_3O^+] \leq 5,0 \times 10^{-2} \text{ mol/l}$, le pH est défini par la relation :

$$pH = -\log[H_3O^+]$$

H_3O^+ représente le nombre qui mesure la concentration molaire en ions H_3O^+ exprimée en mol/l .

Cette relation est équivalente à :

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exercice d'application 3 :

On dispose de quatre solutions aqueuses (A) , (B) , (C) et (D). les concentrations en ions d'oxonium H_3O^+ dans les solutions (A) et (B) valent respectivement : $[H_3O^+]_A = 2,0 \times 10^{-3} mol/l$, $[H_3O^+]_B = 5,1 \times 10^{-5} mol/l$ et le pH des solutions (C) et (D) valent respectivement : $pH_C = 2,8$ et $pH_D = 8.9$.

1. calculer le pH des solutions (A) et (B)
2. calculer les valeurs des concentrations en ions $[H_3O^+]$ dans les solutions (C) et (D)
3. Comment varie la concentration en ion oxonium $[H_3O^+]$ lorsque le pH augmente ? Justifier votre

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

2. Mesure de pH

La mesure de pH permet de déterminer la concentration en ions d'oxonium $[H_3O^+]$ et aussi l'état final d'une réaction chimique lorsque le pH se stabilise sur une valeur donnée .

Pour déterminer le pH d'une solution on utilise deux méthodes :

☞ papier pH ou indicateur coloré est méthode moins précise .

☞ Pour effectuer une mesure précise , on utilise un pH mètre .

L'incertitude de mesure avec un pH mètre est à peu près de 0,1 jusqu'à 0,05 .

هذا الملف تم تحميله من موقع Talamid.ma

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?



Papier pH



pH - mètre

لمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع Talamid.ma

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Comment utilise t-on un pH-mètre ?

- * Avant l'utilisation on doit rincer la sonde à l'eau distillée ;
- * On étalonne le pH-mètre avec deux solutions étalons , de pH connu :
 - le premier réglage se fait avec une solution étalonnée de $pH = 7$;
 - Le deuxième réglage se fait avec un $pH = 4$ le cas où la solution étudiée est un acide ou $pH = 9$ le cas où la solution étudiée est une base .
- * Lorsque on termine nos mesures , on rince la sonde avec de l'eau distillée et on la met dans sa pochette .

II. Comment définir et mesurer le pH ?

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Remarque

Toute concentration déduite d'une mesure de pH devra être exprimée avec , au plus , de deux chiffres significatifs .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

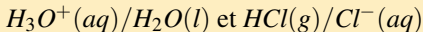
Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

1. Mis en évidence d'une transformation totale .

Activité 1

Le gaz chlorure d'hydrogène $HCl(g)$ est très soluble dans l'eau . C'est une réaction d'acide base où intervient les deux couples suivants :



On dissout un volume $V = 0,24l$ de chlorure d'hydrogène de concentration C_0 dans un litre de l'eau distillée .

Le pH-mètre indique la valeur de 2,00

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exloitation

- 1. Calculer la quantité de matière initiale du chlorure d'hydrogène ;
- Calcul de la quantité de matière initiale de chlorure d'hydrogène :

$$n_0 = \frac{V}{V_m} \Rightarrow n_0 = \frac{0,24}{24} = 10^{-2} mol$$

$$n_0 = 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exloitation

- 1. Calculer la quantité de matière initiale du chlorure d'hydrogène ;
- Calcul de la quantité de matière initiale de chlorure d'hydrogène :

$$n_0 = \frac{V}{V_m} \Rightarrow n_0 = \frac{0,24}{24} = 10^{-2} mol$$

$$n_0 = 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exloitation

- 1. Calculer la quantité de matière initiale du chlorure d'hydrogène ;
- Calcul de la quantité de matière initiale de chlorure d'hydrogène :

$$n_0 = \frac{V}{V_m} \Rightarrow n_0 = \frac{0,24}{24} = 10^{-2} mol$$

$$n_0 = 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Dresser un tableau d'avancement pour cette transformation ;

Équation de la réaction		$HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$			
état initial	$x = 0$	$10^{-2} mol$	–	0	0
au cours de transf.	x	$10^{-2} - x$	–	x	x
état final	x_f	$10^{-2} - x_{max}$	–	x_{max}	x_{max}

- La réaction est totale , le réactif limitant est le gaz chlorure d'hydrogène , donc $x_{max} = 10^{-2} mol$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Dresser un tableau d'avancement pour cette transformation ;

Équation de la réaction		$HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$			
état initial	$x = 0$	$10^{-2} mol$	—	0	0
au cours de transf.	x	$10^{-2} - x$	—	x	x
état final	x_f	$10^{-2} - x_{max}$	—	x_{max}	x_{max}

- La réaction est totale , le réactif limitant est le gaz chlorure d'hydrogène , donc $x_{max} = 10^{-2} mol$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Dresser un tableau d'avancement pour cette transformation ;

Équation de la réaction		$HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$			
état initial	$x = 0$	$10^{-2} mol$	–	0	0
au cours de transf.	x	$10^{-2} - x$	–	x	x
état final	x_f	$10^{-2} - x_{max}$	–	x_{max}	x_{max}

- La réaction est totale , le réactif limitant est le gaz chlorure d'hydrogène , donc $x_{max} = 10^{-2} mol$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Dresser un tableau d'avancement pour cette transformation ;

Équation de la réaction		$HCl(g) + H_2O(l) \longrightarrow H_3O^+(aq) + Cl^-(aq)$			
état initial	$x = 0$	$10^{-2} mol$	–	0	0
au cours de transf.	x	$10^{-2} - x$	–	x	x
état final	x_f	$10^{-2} - x_{max}$	–	x_{max}	x_{max}

- La réaction est totale , le réactif limitant est le gaz chlorure d'hydrogène , donc $x_{max} = 10^{-2} mol$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. En déduire les concentrations effectives qui existent dans la solution à la fin de la transformation
- *Les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans la solution à la fin de la réaction :*
 $[H_3O^+]_f = [Cl^-]_f = C_0 = 10^{-2} mol/l$
- 4. Calculer la valeur du pH de la solution et la comparer avec celle qui était mesurée . quelle est votre conclusion ?
- *la valeur du pH de la solution est :*
 $pH = -\log[H_3O^+] = 2$ la même valeur obtenue par la mesure .
Conclusion : Pour une transformation totale on a toujours :
 $pH = -\log(C_0)$ avec C_0 la concentration molaire de la solution

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. En déduire les concentrations effectives qui existent dans la solution à la fin de la transformation
 - *Les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans la solution à la fin de la réaction :*
 $[H_3O^+]_f = [Cl^-]_f = C_0 = 10^{-2} mol/l$
 - 4. Calculer la valeur du pH de la solution et la comparer avec celle qui était mesurée . quelle est votre conclusion ?
 - *la valeur du pH de la solution est :*
 $pH = -\log[H_3O^+] = 2$ la même valeur obtenue par la mesure .
Conclusion : Pour une transformation totale on a toujours :
 $pH = -\log(C_0)$ avec C_0 la concentration molaire de la solution

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. En déduire les concentrations effectives qui existent dans la solution à la fin de la transformation
- *Les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans la solution à la fin de la réaction :*
 $[H_3O^+]_f = [Cl^-]_f = C_0 = 10^{-2} mol/l$
- 4. Calculer la valeur du pH de la solution et la comparer avec celle qui était mesurée . quelle est votre conclusion ?
- *la valeur du pH de la solution est :*
 $pH = -\log[H_3O^+] = 2$ la même valeur obtenue par la mesure .
Conclusion : Pour une transformation totale on a toujours :
 $pH = -\log(C_0)$ avec C_0 la concentration molaire de la solution

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. En déduire les concentrations effectives qui existent dans la solution à la fin de la transformation
- *Les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans la solution à la fin de la réaction :*
 $[H_3O^+]_f = [Cl^-]_f = C_0 = 10^{-2} mol/l$
- 4. Calculer la valeur du pH de la solution et la comparer avec celle qui était mesurée . quelle est votre conclusion ?
- *la valeur du pH de la solution est :*
 $pH = -\log[H_3O^+] = 2$ la même valeur obtenue par la mesure .
Conclusion : Pour une transformation totale on a toujours :
 $pH = -\log(C_0)$ avec C_0 la concentration molaire de la solution

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. En déduire les concentrations effectives qui existent dans la solution à la fin de la transformation
- *Les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans la solution à la fin de la réaction :*
 $[H_3O^+]_f = [Cl^-]_f = C_0 = 10^{-2} mol/l$
- 4. Calculer la valeur du pH de la solution et la comparer avec celle qui était mesurée . quelle est votre conclusion ?
- *la valeur du pH de la solution est :*
 $pH = -\log[H_3O^+] = 2$ la même valeur obtenue par la mesure .
Conclusion : Pour une transformation totale on a toujours :
 $pH = -\log(C_0)$ avec C_0 la concentration molaire de la solution

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?


Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

2. Mise en évidence d'une transformation non totale

Activité 2 :

Dans une fiole jaugée de volume $V_0 = 500,0\text{ml}$, partiellement remplie d'eau distillée, on verse avec précaution un volume $V = 1,0\text{ml}$ d'acide éthanoïque (ou acétique) CH_3COOH noté HA , puis on complète jusqu'au trait de jauge et on homogène la solution obtenue.

À l'aide d'un pH-mètre on mesure le pH de la solution, la valeur obtenue de cette mesure est : $\text{pH} = 3,10$

ACIDE ETHANOÏQUE Acide acétique 99 - 100 %	 C
CH_3COOH	
R : 34 S : 23-26-36	
<ul style="list-style-type: none"> • $M = 60,05 \text{ g/mol}$ • $d = 1,05$ • $E_b = 52^\circ\text{C}$ • Liquide incolore 	

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exploitation :

- 1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre l'acide éthanoïque et l'eau .
- Lors de la réaction il y a transfert de proton de l'acide du couple $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ vers la base du couple $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$.
l'équation de la réaction est
$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) = CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exploitation :

- 1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre l'acide éthanoïque et l'eau .
- Lors de la réaction il y a transfert de proton de l'acide du couple $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ vers la base du couple $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$.
l'équation de la réaction est
$$CH_3COOH(aq) + H_2O(l) = CH_3COO^-(aq) + H_3O^+(aq)$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

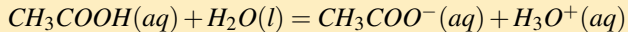
Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exploitation :

- 1. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre l'acide éthanoïque et l'eau .
- Lors de la réaction il y a transfert de proton de l'acide du couple $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ vers la base du couple $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$.

l'équation de la réaction est



III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Calculer à l'aide des données figurant sur le document ci conter la quantité initiale d'acide éthanoïque
- On la quantité initiale de l'acide éthanoïque $n_i = \frac{m_i}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$ en utilisant la masse volumique ρ et la densité d de l'acide éthanoïque et aussi la masse volumique d'eau ρ_{eau} on a :
 $m_i = \rho \cdot V$ et $\rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$ c'est à dire que :

$$n_i = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,57 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Calculer à l'aide des données figurant sur le document ci conter la quantité initiale d'acide éthanoïque

- On la quantité initiale de l'acide éthanoïque $n_i = \frac{m_i}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$ en utilisant la masse volumique ρ et la densité d de l'acide éthanoïque et aussi la masse volumique d'eau ρ_{eau} on a :
 $m_i = \rho \cdot V$ et $\rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$ c'est à dire que :

$$n_i = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,57 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 2. Calculer à l'aide des données figurant sur le document ci conter la quantité initiale d'acide éthanoïque
- On la quantité initiale de l'acide éthanoïque $n_i = \frac{m_i}{M(\text{CH}_3\text{COOH})}$ en utilisant la masse volumique ρ et la densité d de l'acide éthanoïque et aussi la masse volumique d'eau ρ_{eau} on a :
 $m_i = \rho \cdot V$ et $\rho = d \cdot \rho_{\text{eau}}$ c'est à dire que :

$$n_i = \frac{d \cdot \rho_{\text{eau}} \cdot V}{M(\text{CH}_3\text{COOH})} = 1,57 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Dresser un tableau d'avancement de la réaction et à partir de la valeur du pH déterminer l'avancement final de la réaction .

l'équation de la réaction		$CH_3CO_2H + H_2O \longrightarrow CH_3CO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(CH_3CO_2H)$	excès	$n(CH_3CO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	–	0	0
au cours de transf.	x	$n_i - x$	–	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	–	x_f	x_f

- Le réactif limitant est l'acide éthanoïque car l'eau est toujours en excès dans les solutions .
- l'avancement maximal :

$$n_i - x_{max} = 0 \implies x_{max} = n_i = 1,75 \times 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Dresser un tableau d'avancement de la réaction et à partir de la valeur du pH déterminer l'avancement final de la réaction .

l'équation de la réaction		$CH_3CO_2H + H_2O \longrightarrow CH_3CO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(CH_3CO_2H)$	excès	$n(CH_3CO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	–	0	0
au cours de transf.	x	$n_i - x$	–	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	–	x_f	x_f

- Le réactif limitant est l'acide éthanoïque car l'eau est toujours en excès dans les solutions .
- l'avancement maximal :

$$n_i - x_{max} = 0 \implies x_{max} = n_i = 1,75 \times 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Dresser un tableau d'avancement de la réaction et à partir de la valeur du pH déterminer l'avancement final de la réaction .

l'équation de la réaction		$CH_3CO_2H + H_2O \longrightarrow CH_3CO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(CH_3CO_2H)$	excès	$n(CH_3CO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	—	0	0
au cours de transf.	x	$n_i - x$	—	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	—	x_f	x_f

- Le réactif limitant est l'acide éthanoïque car l'eau est toujours en excès dans les solutions .
- l'avancement maximal :

$$n_i - x_{max} = 0 \implies x_{max} = n_i = 1,75 \times 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Dresser un tableau d'avancement de la réaction et à partir de la valeur du pH déterminer l'avancement final de la réaction .

l'équation de la réaction		$CH_3CO_2H + H_2O \longrightarrow CH_3CO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(CH_3CO_2H)$	excès	$n(CH_3CO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	—	0	0
au cours de transf.	x	$n_i - x$	—	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	—	x_f	x_f

- Le réactif limitant est l'acide éthanoïque car l'eau est toujours en excès dans les solutions .
- l'avancement maximal :

$$n_i - x_{max} = 0 \implies x_{max} = n_i = 1,75 \times 10^{-2} mol$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

* détermination de l'avancement final à partir du pH :

La stabilité du pH du mélange réactionnel sur la valeur 3,10 montre que le système atteint son état final et les concentration des ions d'oxonium $[H_3O^+]$ dans ce cas :

$$[H_3O^+]_f = 10^{-pH} = 10^{-3,10} = 7,9 \times 10^{-4} \text{ mol/l}$$

D'après le tableau d'avancement , on a $n(H_3O^+)_f = x_f$: c'est à dire que $[H_3O^+]_f \times V_f = x_f$
donc :

$$x_f = 1,75 \times 10^{-2} \times 500 \times 10^{-3} = 4,0 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 4. Comparer l'avancement maximal et l'avancement final .
- $x_f < x_{max}$ et la quantité de matière dans l'état final est :

$$n_f(CH_3CO_2H) = n_i - x_f \implies n_f(CH_3CO_2H) = 1,71 \times 10^{-2} mol$$

On conclue que le réactif limitant n'a pas totalement disparu et donc la transformation étudiée est non totale ? tous les réactifs et les produits sont encor présents dans le mélange réactionnel dans l'état final .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 4. Comparer l'avancement maximal et l'avancement final .
- $x_f < x_{max}$ et la quantité de matière dans l'état final est :

$$n_f(CH_3CO_2H) = n_i - x_f \implies n_f(CH_3CO_2H) = 1,71 \times 10^{-2} mol$$

On conclue que le réactif limitant n'a pas totalement disparu et donc la transformation étudiée est non totale ? tous les réactifs et les produits sont encor présents dans le mélange réactionnel dans l'état final .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 4. Comparer l'avancement maximal et l'avancement final .
- $x_f < x_{max}$ et la quantité de matière dans l'état final est :

$$n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = n_i - x_f \implies n_f(\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}) = 1,71 \times 10^{-2} \text{ mol}$$

On conclue que le réactif limitant n'a pas totalement disparu et donc la transformation étudiée est non totale ? tous les réactifs et les produits sont encor présents dans le mélange réactionnel dans l'état final .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Définition du taux d'avancement final

Le taux d'avancement final d'une réaction , noté τ , vaut :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}}$$

τ est une grandeur sans dimension compris entre 0 et 1 .

Si $\tau = 0$, la réaction n'a pas lieu ; et si $\tau = 1$, la réaction est totale .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 5. Calculer le taux d'avancement final de la réaction pour l'activité 2
- D'après la définition :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1,75 \times 10^{-2}} = 2,3 \times 10^{-2} = 2,3\%$$

Cela signifie que 2,3 molécules parmi les 100 qui ont réagi avec l'eau .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 5. Calculer le taux d'avancement final de la réaction pour l'activité 2
- D'après la définition :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1,75 \times 10^{-2}} = 2,3 \times 10^{-2} = 2,3\%$$

Cela signifie que 2,3 molécules parmi les 100 qui ont réagi avec l'eau .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 5. Calculer le taux d'avancement final de la réaction pour l'activité 2
- D'après la définition :

$$\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{4 \times 10^{-4}}{1,75 \times 10^{-2}} = 2,3 \times 10^{-2} = 2,3\%$$

Cela signifie que 2,3 molécules parmi les 100 qui ont réagi avec l'eau .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exercice d'application 4 :

Une solution d'acide benzoïque , $C_6H_5CO_2H(aq)$, de volume V et de concentration molaire apportée $1.0 \times 10^{-3} mol/l$, a un pH égal à 3.6

1. Écrire l'équation de la réaction entre l'eau et l'acide .
2. Calculer le taux d'avancement final de cette réaction . Commenter la valeur trouvée .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

3. Comment définir l'état d'équilibre d'un système chimique ?

a. Sens d'évolution d'un système chimique .

Activité 3 :

Ajoutons au système chimique précédent 0,50g déthanoate de sodium solide , CH_3COONa , après agitation la mesure du pH est 5.10 .

- 1. comment évolue le pH du système chimique ?

-

$$pH_2 > pH_1$$

$$[H_3O^+]_2 < [H_3O^+]_1$$

- 2. Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué ?

- D'après la question 1 , le système a évolué dans le sens de diminution des ions H_3O^+ . Dans le sens inverse de l'équation de la réaction chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

3. Comment définir l'état d'équilibre d'un système chimique ?

a. Sens d'évolution d'un système chimique .

Activité 3 :

Ajoutons au système chimique précédent 0,50g déthanoate de sodium solide , CH_3COONa , après agitation la mesure du pH est 5.10 .

- 1. comment évolue le pH du système chimique ?



$$pH_2 > pH_1$$

$$[H_3O^+]_2 < [H_3O^+]_1$$

- 2. Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué ?
- D'après la question 1 , le système a évolué dans le sens de diminution des ions H_3O^+ . Dans le sens inverse de l'équation de la réaction chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

3. Comment définir l'état d'équilibre d'un système chimique ?

a. Sens d'évolution d'un système chimique .

Activité 3 :

Ajoutons au système chimique précédent 0,50g déthanoate de sodium solide , CH_3COONa , après agitation la mesure du pH est 5.10 .

- 1. comment évolue le pH du système chimique ?

-

$$pH_2 > pH_1$$

$$[H_3O^+]_2 < [H_3O^+]_1$$

- 2. Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué ?
- D'après la question 1 , le système a évolué dans le sens de diminution des ions H_3O^+ . Dans le sens inverse de l'équation de la réaction chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

3. Comment définir l'état d'équilibre d'un système chimique ?

a. Sens d'évolution d'un système chimique .

Activité 3 :

Ajoutons au système chimique précédent 0,50g déthanoate de sodium solide , CH_3COONa , après agitation la mesure du pH est 5.10 .

- 1. comment évolue le pH du système chimique ?

-

$$pH_2 > pH_1$$

$$[H_3O^+]_2 < [H_3O^+]_1$$

- 2. Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué ?
- D'après la question 1 , le système a évolué dans le sens de diminution des ions H_3O^+ . Dans le sens inverse de l'équation de la réaction chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

3. Comment définir l'état d'équilibre d'un système chimique ?

a. Sens d'évolution d'un système chimique .

Activité 3 :

Ajoutons au système chimique précédent 0,50g déthanoate de sodium solide , CH_3COONa , après agitation la mesure du pH est 5.10 .

- 1. comment évolue le pH du système chimique ?

-

$$pH_2 > pH_1$$

$$[H_3O^+]_2 < [H_3O^+]_1$$

- 2. Dans quel sens le système chimique a-t-il évolué ?
- D'après la question 1 , le système a évolué dans le sens de diminution des ions H_3O^+ . Dans le sens inverse de l'équation de la réaction chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Comparer les deux sens d'évolutions dans les deux cas ?
- Dans le premier cas le système a évolué dans le sens directe . i.e le sens de formation des ions oxonium en revanche , dans le deuxième cas , le système a évolué dans le sens inverse de l'équation de la réaction . i.e le sens de diminution des ion oxonium .
- On conclue que la réaction s'effectue dans les deux sens , on dit que la réaction est limitée et on le symbolise par l'équation chimique suivante en utilisant deux flèches \rightleftharpoons :



\rightarrow est appelé le sens direct de la réaction et \leftarrow le sens inverse de la réaction .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

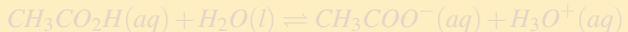
Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Comparer les deux sens d'évolutions dans les deux cas ?
 - Dans le premier cas le système a évolué dans le sens directe . i.e le sens de formation des ions oxonium en revanche , dans le deuxième cas , le système a évolué dans le sens inverse de l'équation de la réaction . i.e le sens de diminution des ion oxonium .
 - On conclue que la réaction s'effectue dans les deux sens , on dit que la réaction est limitée et on le symbolise par l'équation chimique suivante en utilisant deux flèches \rightleftharpoons :



\rightarrow est appelé le sens direct de la réaction et \leftarrow le sens inverse de la réaction .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

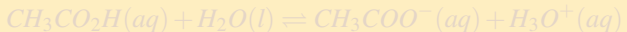
Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Comparer les deux sens d'évolutions dans les deux cas ?
- Dans le premier cas le système a évolué dans le sens directe . i.e le sens de formation des ions oxonium en revanche , dans le deuxième cas , le système a évolué dans le sens inverse de l'équation de la réaction . i.e le sens de diminution des ion oxonium .
- On conclue que la réaction s'effectue dans les deux sens , on dit que la réaction est limitée et on le symbolise par l'équation chimique suivante en utilisant deux flèches \rightleftharpoons :



\rightarrow est appelé le sens direct de la réaction et \leftarrow le sens inverse de la réaction .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

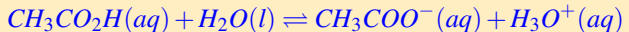
Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- 3. Comparer les deux sens d'évolutions dans les deux cas ?
- Dans le premier cas le système a évolué dans le sens directe . i.e le sens de formation des ions oxonium en revanche , dans le deuxième cas , le système a évolué dans le sens inverse de l'équation de la réaction . i.e le sens de diminution des ion oxonium .
- On conclue que la réaction s'effectue dans les deux sens , on dit que la réaction est limitée et on le symbolise par l'équation chimique suivante en utilisant deux flèches \rightleftharpoons :



\rightarrow est appelé le sens direct de la réaction et \leftarrow le sens inverse de la réaction .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Ce résultat , établi pour une réaction acido-basique , est générale :
Au cours d'une transformation chimique non totale , la réaction s'effectue dans deux sens ; sens direct et sens inverse .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

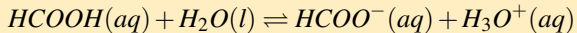
Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

b. L'état d'équilibre d'un système chimique

Comment définir un état d'équilibre chimique ?

Une solution aqueuse S d'acide méthanoïque HCO_2H de volume $V=1,00L$ est obtenue en apportant une quantité $n_i = 5,00 \times 10^{-3} mol$ d'acide méthanoïque dans le volume d'eau nécessaire . Le système obtenu est le siège d'une transformation chimique modélisée par une réaction d'équation :



L'avancement final x_f de cette réaction est à $x_f = 0,86 \times 10^{-3} mol$.
Quel est, en quantité de matière, la composition du système dans l'état final ?

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- On dresse un tableau d'avancement de la transformation :

Équation chimique		$HCO_2H + H_2O \longrightarrow HCO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(HCO_2H)$	excès	$n(HCO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	—	0	0
au cour de transf.	x	$n_i - x$	—	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	—	x_f	x_f

- D'après le tableau d'avancement , dans l'état final , le système contient :

$$n_f(HCOO^-) = n_f(H_3O^+) = x_f = 8,6 \times 10^{-2} mol \text{ et}$$

$n_f(HCOOH) = n_i - x_f = 4,14 \times 10^{-3} mol$ Le système est donc constitué des réactifs et des produits dont les quantités restent constantes . Le système est dans un état d'équilibre chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- On dresse un tableau d'avancement de la transformation :

Équation chimique		$HCO_2H + H_2O \longrightarrow HCO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(HCO_2H)$	excès	$n(HCO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	—	0	0
au cour de transf.	x	$n_i - x$	—	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	—	x_f	x_f

- D'après le tableau d'avancement , dans l'état final , le système contient :
 $n_f(HCOO^-) = n_f(H_3O^+) = x_f = 8,6 \times 10^{-2} mol$ et
 $n_f(HCOOH) = n_i - x_f = 4,14 \times 10^{-3} mol$ Le système est donc
constitue des réactifs et des produits dont les quantités restent
constantes . Le système est dans un état d'équilibre chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

- On dresse un tableau d'avancement de la transformation :

Équation chimique		$HCO_2H + H_2O \longrightarrow HCO_2^- + H_3O^+$			
état	avancement	$n(HCO_2H)$	excès	$n(HCO_2^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	—	0	0
au cour de transf.	x	$n_i - x$	—	x	x
état final	x_f	$n_i - x_f$	—	x_f	x_f

- D'après le tableau d'avancement , dans l'état final , le système contient :
 $n_f(HCOO^-) = n_f(H_3O^+) = x_f = 8,6 \times 10^{-2} mol$ et
 $n_f(HCOOH) = n_i - x_f = 4,14 \times 10^{-3} mol$ Le système est donc
constitue des réactifs et des produits dont les quantités restent
constantes . Le système est dans un état d'équilibre chimique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Plus généralement :

*Lors d'une transformation chimique de certains systèmes , on peut obtenir un état final dans lequel coexistent les réactifs et les produits qui restent en proportions constantes . Cet état final est alors appelé **état d'équilibre** .*

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Un état d'équilibre peut-être dynamique ?

Un système chimique est en état équilibre si la température et la pression et les concentrations des réactifs et des produits restent constante au cours du temps .

À l'échelle macroscopique , le système ne semble plus évoluer

À l'échelle microscopique les entités (ions , molécules, ..) continuent à réagir . des chocs efficaces ont lieu entre entités réactives d'une part et entre entités produites d'autre part .

Lorsque l'état d'équilibre est atteint , pendant la même durée , les nombres des chocs efficaces entre entités réactives d'une part et entre entités produites d'autre part sont égaux . Les quantités de réactifs et de produits sont donc constantes au cours du temps .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Un état d'équilibre chimique est un état d'équilibre dynamique .

III. Une transformation chimique est-elle toujours totale

Notion
d'équilibre
chimique

allal Mahdade

Introduction

Qu'est ce qu'une
réaction
acido-basique ?

Comment définir
et mesurer le pH ?

Une
transformation
chimique est-elle
toujours totale ?

Exercice d'application 5 :

On mélange une solution aqueuse A contenant , entre autres, $1,00\text{mmol}$ d'ions $\text{Mg}^{2+}(\text{aq})$, avec une solution aqueuse B contenant , entre autres , $1,20\text{mmol}$ d'ions carbonates $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$. Un précipité de carbonate de magnésium , $\text{MgCO}_3(\text{s})$, apparaît .

On filtre le mélange obtenu , le précipité est séché , puis pesé . On trouve $m(\text{MgCO}_3) = 49\text{mg}$.

1. Écrire l'équation de la réaction de précipitation . Quel est l'avancement maximal de cette réaction ?
2. Calculer l'avancement final de la réaction ainsi que le taux d'avancement final .
3. Quelle est la composition du système dans l'état final ? Est-ce un état d'équilibre ?