

Transformation et réaction acido-basique

Chapitre 5

allal Mahdade

Groupe scolaire La Sagesse Lycée qualifiante

19 décembre 2016

Sommaire

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1 Introduction

2 Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

3 Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

4 Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Sommaire

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1 Introduction

2 Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

3 Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

4 Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Sommaire

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1 Introduction

2 Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

3 Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

4 Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ? .

Sommaire

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

- 1 Introduction
- 2 Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?
- 3 Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?
- 4 Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ? .

Introduction

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?



Dans le laboratoire on peut réaliser un dosage
de l'aspirine comme médicament

Le pH de l'eau d'un aquarium doit être maintenu entre 6,5 et 7,5 ; car **la diminution du pH** favorise la multiplication du nombre de quelques bactérie qui consomme le dioxygène dissout dans l'eau et **l'augmentation du pH** favorise la sédimentation du carbonate de calcium sur les feuille des plantes qui existent dans l'aquarium .

- * Quelle sont les lois qui agissent sur les équilibres acido-basique ?
- * Comment peut-on distinguer un couple acide/base ?
- * Quels sont les principes du dosage acido-basique et comment le réalise-t-on ?

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1. Autoprotolyse de l'eau

- ☞ L'eau H_2O : une base pour le couple $H_3O^+(aq)/H_2O(l)$
- ☞ acide pour le couple $H_2O(l)/HO^-(aq)$.

L'eau est un ampholyte

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

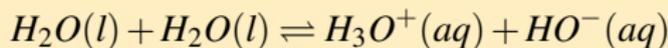
Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

il existe une réaction acido-basique entre l'acide H_2O et la base H_2O
d'équation chimique :



Cette réaction est appelée **autoprotolyse de l'eau** ,

À $25^\circ C$, dans l'eau pure :

$pH_{eq} = 7$, $V = 1l$ la masse volumique de l'eau $\rho_{eau} = 1g/ml$

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

2. Taux d'avancement final de la réaction d'autoprotolyse

Établissons le tableau d'avancement relatif à cette réaction :

Équation chimique		$2H_2O(l) \longrightarrow HO^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
état	avancement	$n_i(H_2O)$	-	$n(HO^-)$	$n(H_3O^+)$
état initial	$x = 0$	n_i	-	0	0
à l'équilibre	x_{eq}	$n_i - 2x_{eq}$	-	x_{eq}	x_{eq}

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

L'avancement à l'équilibre pour un volume V , vaut :

$$x_{eq} = n_{eq}(H_3O^+) = [H_3O^+]_{eq} \cdot V = 10^{-pH_{eq}} \cdot V$$

À $25^\circ C$, $pH_{eq} = 7$ et $V = 1,0l$, $x_{eq} = 1,0 \times 10^{-7} mol/l$

L'avancement maximal vaut $x_{max} = \frac{n_i}{2}$

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

La quantité initiale d'eau dans un volume V , s'exprime en fonction de la masse volumique d'eau ρ_0 et la masse molaire M de l'eau :

$$n_i = \frac{\rho_0 \cdot V}{M}$$

D'où

$$x_{max} = \frac{\rho_0 \cdot V}{2M} = \frac{1,0 \times 10^3 \cdot 1,0}{2 \times 18,0} = 28 \text{ mol}$$

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Le taux d'avancement final vaut alors :

$$\tau = \frac{x_{eq}}{x_{max}} = \frac{1,0 \times 10^{-7}}{28} = 3,6 \times 10^{-9}$$

Ce taux d'avancement est très faible .

Dans l'état final , la quantité d'eau $n_{eq} = n_i - 2.x_{eq} \simeq n_i$

L'eau pure contient essentiellement des molécules d'eau et très peu d'ions oxonium et hydroxyde.

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

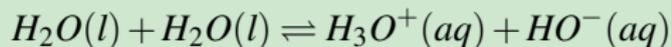
Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Conclusion

La réaction d'autoprotolyse de l'eau est très limitée .



I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

3. Produit ionique de l'eau

Dans toute solution aqueuse , le produit ionique de l'eau est défini par :

$$K_e = [H_3O^+]_{eq} \times [HO^-]_{eq}$$

avec $[H_3O^+]_{eq}$ et $[HO^-]_{eq}$ exprimées en mol/l .

** K_e est indépendant de la nature des espèces dissoutes dans la solution .*

** K_e ne dépend que de la température : à 25°C, $K_e = 1,0 \times 10^{-14}$*

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Pour des raisons de commodité , on utilise souvent le pK_e défini par :

$$pK_e = -\log K_e \implies K_e = 10^{-pK_e}$$

à $25^\circ C$ on a $pK_e = 14,0$

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Remarque

La valeur de K_e croit avec la température et celle de pK_e , varie en sens inverse, et diminue lorsque la température augmente.

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Exercice d'application 1 :

On dispose de deux solutions A et B . À 25°C , la concentration en ions HO^- dans la solution A vaut : $[\text{HO}^-]_A = 5,5 \times 10^{-3} \text{ mol/l}$ et le pH de la solution B vaut $\text{pH}_B = 8,4$.

En utilisant les propriétés de la fonction \log . Déterminer

- 1 Le pH de la solution A
- 2 la concentration en ions HO^- dans la solution B .

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Solution

Le pH se détermine à partir de la concentration en ions HO^- , exprimée en mol/l, par la relation :

$$pH = pKe + \log[HO^-]$$

La concentration en ions HO^- se déduit du pH par la relation :

$$[HO^-] = 10^{(pH - pKe)} \text{ mol/l}$$

I. Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

4. Solutions neutres, acide , basique

D'après la définition du produit ionique on peut déduire :

☞ dans une solution neutre on a $[H_3O^+] = [HO^-]$ soit : $pH = \frac{1}{2}pK_e$ à $25^\circ C$ on a $pH = 7$

☞ : dans une solution acide $[H_3O^+] > [HO^-]$ soit $pH < \frac{1}{2}pK_e$ à $25^\circ C$ on a $pH < 7$

☞ dans une solution basique : $[H_3O^+] < [HO^-]$ soit $pH > \frac{1}{2}pK_e$ à $25^\circ C$ on a $pH > 7$

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

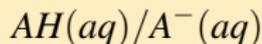
Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1. Définition

Soit le couple acide/base suivant :



La constante d'acidité K_A associée à ce couple est :

$$K_A = \frac{[A^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[AH]_{eq}}$$

K_A ne dépend que de la température .

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Le pK_A du couple $AH(aq)/A^-(aq)$ est défini par :

$$pK_A = -\log(K_A)$$

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Quelque valeurs de pK_A , à $25^\circ C$

nom d'acide	pK_A	couple
ion oxonium	0	H_3O^+ / H_2O
acide méthanoïque	3,8	$HCOOH / HCOO^-$
acide benzoïque	4,2	$C_6H_5COOH / C_6H_5COO^-$
acide éthanoïque	4,8	CH_3COOH / CH_3COO^-
ion ammonium	9,2	NH_4^+ / NH_3
eau	14	H_2O / HO^-

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

2. Relation entre pH et pK_A

Pour tout couple acide/base, on peut écrire :

$$K_A = \frac{[B]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[A]_{eq}} \Rightarrow \log(K_A) = \log[H_3O^+] + \log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)$$

$$-\log(K_A) = -\log[H_3O^+] - \log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)$$

$$pK_A = pH - \log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)$$

$$pH = pK_A + \log\left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}}\right)$$

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

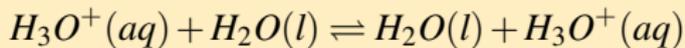
Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

3. Constante d'acidité des couples de l'eau

L'eau : espèce amphotère

a. Pour le couple H_3O^+ / H_2O

K_{A1} du couple H_3O^+ / H_2O est la constante d'acidité associée à la réaction de H_3O^+ avec de l'eau :



Donc :

$$K_{A1} = \frac{[H_3O^+]}{[H_3O^+]} = 1$$

$$pK_{A1} = 0$$

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

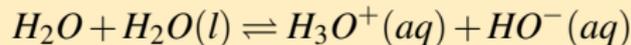
Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

b. Pour le couple H_2O/HO^-

K_{A2} du couple H_2O/HO^- est la constante d'acidité associée à la réaction de la base HO^- avec de l'eau :



donc K_{A2} est :

$$K_{A2} = [H_3O^+] \cdot [HO^-] = K_e$$

$$\boxed{pK_{A2} = pK_e}$$

II. Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

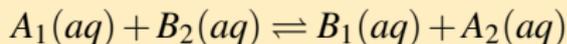
Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

4. Constante d'acidité associée à une réaction acido-basique .

Soit la réaction acido-basique entre l'acide A_1 du couple A_1/B^1 et la base B_2 du couple A_2/B_2 :



la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction est la suivante :

$$K = \frac{[A_2]_{eq} \cdot [B_1]_{eq}}{[A_1]_{eq} \cdot [B_2]_{eq}} \Rightarrow K = \frac{[B_1]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}{[A_1]_{eq}} \times \frac{[A_2]_{eq}}{[B_2]_{eq} [H_3O^+]_{eq}}$$

$$K = \frac{K_{A1}}{K_{A2}} = \frac{10^{-pK_{A1}}}{10^{-pK_{A2}}} = 10^{(pK_{A2} - pK_{A1})}$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1. Comparaison des solutions acides .

activité expérimentale

on considère deux solutions S_1 et S_2

S_1 solution acide éthanoïque CH_3COOH	$K_A(CH_3COOH/CH_3COO^-) = 1,8 \cdot 10^{-5}$	$pH = 3,4$
S_2 solution acide méthanoïque $HCOOH$	$K_A(HCOOH/HCOO^-) = 1,8 \cdot 10^{-4}$	$pH = 2,9$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

1. Écrire l'équation de la réaction lorsqu'on fait dissoudre l'acide HA dans l'eau
2. Donner l'expression du taux d'avancement final de cette réaction en fonction du pH et de la concentration apportée C .
3. Compléter le tableau suivant :

acide	acide éthanoïque	acide méthanoïque
pH	3,4	2,9
τ	—	—
K_A	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$
pK_A	—	—

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

4. Comment varie le taux d'avancement final en fonction du pH des solutions acides de même concentration ?
5. Quelle est l'influence de la valeur de la constante d'acidité K_A sur le taux d'avancement final ?
6. Écrire l'expression de K_A en fonction de τ le taux d'avancement final dans le cas d'un acide .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Conclusion :

Pour une même concentration apportée d'acide , un acide A_1 est plus fort qu'un acide A_2 , si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est plus grand

$$\tau_1 > \tau_2$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

L'expression de la constante d'acidité K_A dans le cas d'une solution acide est :

$$K_A = \frac{[CH_3COO^-]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[CH_3COOH]_{eq}} = \frac{[H_3O^+]_{eq}^2}{C - [H_3O^+]_{eq}}$$

soit $\tau = \frac{[H_3O^+]_{eq}}{C}$ c'est à dire $[H_3O^+]_{eq} = C \cdot \tau$

$$K_A = \frac{C\tau^2}{1 - \tau}$$

K_A est une fonction croissante de τ donc , si : $\tau_1 > \tau_2 \implies K_{A1} > K_{A2}$
d'où $pK_{A1} < pK_{A2}$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Conclusion :

Pour des solutions acides de même concentration ; tant que le pH est petit , la constante d'acidité du couple qui intervient est grand et la taux d'avancement final τ est grand aussi , c'est à dire que pK_A est petit .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

2. Comparaison des solutions basiques

activité expérimentale 2

Soient les deux solutions S_1 et S_2

S_1 solution d'ammoniac NH_3	$K_A(NH_4^+/NH_3) = 6,3 \cdot 10^{-10}$	$pH = 10,6$
S_2 méthylamine CH_3NH_2	$K_A(CH_3NH_3^+/CH_3NH_2) = 2 \cdot 10^{-11}$	$pH = 11,4$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Exploitation

1. Écrire l'équation de la réaction lorsqu'on fait dissoudre la base B dans l'eau
2. Donner l'expression du taux d'avancement final de cette réaction en fonction du pH et de la concentration apportée C .
3. Compléter le tableau suivant :

la base	ammoniac	méthylamine
pH	10,6	11,4
τ		
K_A	$6,3 \cdot 10^{-10}$	$2 \cdot 10^{-11}$
pK_A		

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

4. Comment varie le taux d'avancement final en fonction du pH des solutions basiques de même concentration ?
5. Quelle est l'influence de la valeur de la constante d'acidité K_A sur le taux d'avancement final ?
6. Écrire l'expression de K_A en fonction de τ , le taux d'avancement final dans le cas d'une solution basique .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Conclusion :

Pour une même concentration apportée de base , une base B_1 est plus fort qu'une base B_2 , si le taux d'avancement final de sa réaction avec l'eau est plus grand

$$\tau_1 > \tau_2$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

l'expression de la constante d'acidité K_A en fonction de τ dans le cas d'une solution basique

On considère l'équation de la réaction de la base B avec de l'eau :



La constante d'acidité associée au couple BH^+ / B :

$$K_A = \frac{[B]_{eq}[H_3O^+]_{eq}}{[BH^+]_{eq}}$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

la constante d'équilibre associée à cette réaction dans le sens direct :

$$K = \frac{[BH^+]_{eq}[HO^-]_{eq}}{[B]_{eq}}$$

$$K = \frac{[BH^+]_{eq}[HO^-]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}{[B]_{eq} \cdot [H_3O^+]_{eq}}$$

$$K = \frac{K_e}{K_A} = 10^{pK_A - pK_e}$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

soit $\tau = \frac{[HO^-]_{eq}}{C_B}$ c'est à dire $[HO^-]_{eq} = [BH^+]_{eq} = \tau.C_B$ et
 $[B]_{eq} = C_B - [HO^-]_{eq} = C_B - \tau C_B$

$$K = \frac{C_B \tau^2}{1 - \tau}$$

$$K_A = \frac{Ke(1 - \tau)}{\tau^2 C_B}$$

K_A est une fonction décroissante de τ et K est une fonction croissante de τ

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
d'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Conclusion :

Pour des solutions basiques de même concentration ; tant que le pH est grand , la constante d'acidité du couple qui intervient est petit et la taux d'avancement final τ est grand , c'est à dire que pK_A est grand .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

3. Domaines de prédominance

Pour le couple acide-base $A(aq)/B(aq)$ dans une solution aqueuse on a la relation suivante : $pH = pK_A + \log \left(\frac{[B]}{[A]} \right)$ On déduit :

☞ si $pH = pK_A$ c'est à dire que $\log \left(\frac{[B]}{[A]} \right) = 0$ on a $[A] = [B]$; l'acide et sa base conjuguée ont la même concentration aucune des deux formes ne prédomine.

☞ si le $pH > pK_A$ c'est à dire que $\log \left(\frac{[B]}{[A]} \right) > 0$ et on a $[A] < [B]$ dans ce cas la base B prédomine .

☞ si le $pH < pK_A$ c'est à dire que $\log \left(\frac{[B]}{[A]} \right) < 0$ et on a $[A] > [B]$ dans ce cas l'acide A prédomine .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

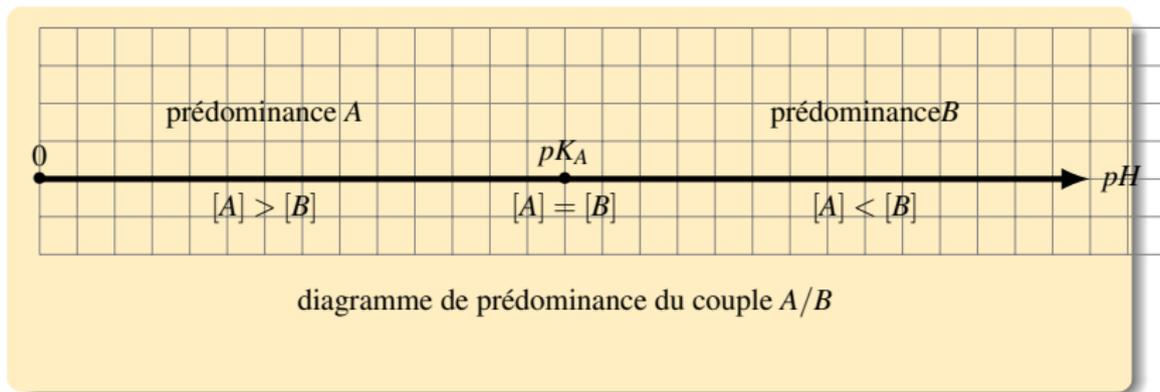
allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?



III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et réaction acido-basique

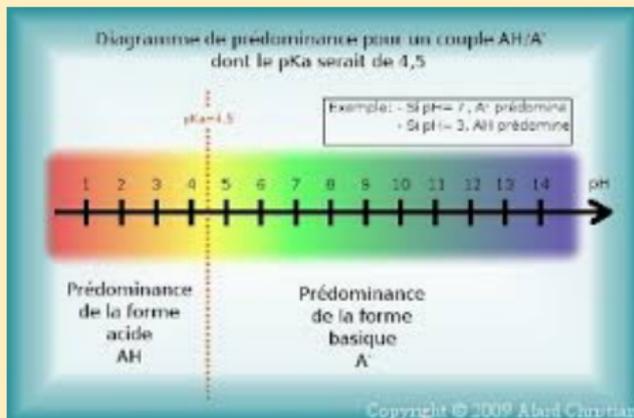
allal Mahdade

Introduction

Comment définir et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?



III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

4. Diagramme de distribution

On considère une solution aqueuse , contenant un acide A et une base conjuguée B

On a d'après la relation entre pH et pK_A : $pH = pK_A + \log \left(\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}} \right)$

Soit :

$$\frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}} = 10^{pH - pK_A}$$

On pose : C la concentration molaire volumique de la solution tel que :

$$C = [A]_{eq} + [B]_{eq} \text{ c'est à dire } 1 = \frac{[A]_{eq}}{C} + \frac{[B]_{eq}}{C}$$

On pose aussi $\alpha(A) = \frac{[A]_{eq}}{C}$ et $\alpha(B) = \frac{[B]_{eq}}{C}$ soit $\alpha(A) + \alpha(B) = 1$

$\alpha(A)$: le pourcentage d'acide A qui existe dans la solution

$\alpha(B)$: le pourcentage de la base B qui existe dans la solution .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{[B]_{eq}}{[A]_{eq}} = \frac{\alpha(B)}{\alpha(A)} = 10^{pH-pK_A} \\ \alpha(A) + \alpha(B) = 1 \end{array} \right. \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \alpha(A) = \frac{1}{1 + 10^{(pH-pK_A)}} \\ \alpha(B) = \frac{10^{(pH-pK_A)}}{1 + 10^{(pH-pK_A)}} \end{array} \right.$$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Le diagramme si dessus , appelé *diagramme de distribution* , présente , en fonction du pH , les pourcentage d'acide éthanoïque et de sa base conjuguée , l'ion éthanoate en fonction du pH de la solution à 25°C .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

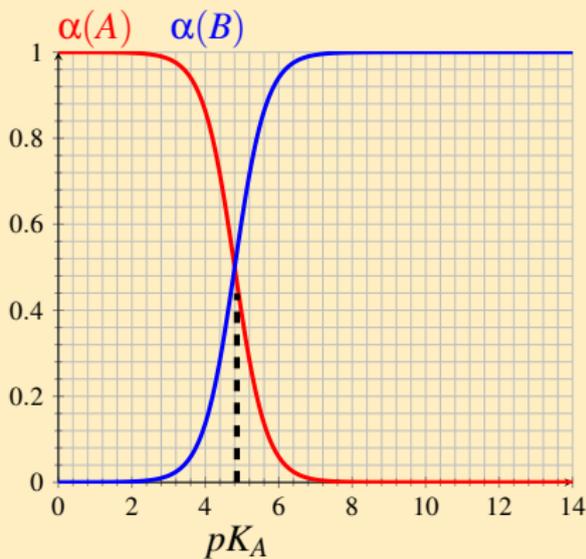
allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?



À l'intersection des deux courbes $\alpha(A) = \alpha(B)$ donc $[A] = [B]$ c'est à dire que $pH = pK_A = 4,8$.

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

5. Indicateurs colorés

Définition :

les indicateurs colorés acido-basique sont constitués par des couples acide/base dont les espèces conjuguées ont des teintes différentes dans une solution aqueuse . Exemple le BBT la forme acide prend une teinte jaune et la forme basique prend une teinte bleue .

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

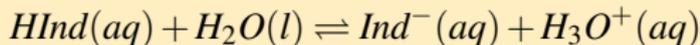
Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Un indicateur coloré, constitué par le couple acide/base , $HInd/Ind^-$.
L'équation de la réaction de $HInd$ avec l'eau est :



Elle se caractérise par une constante d'acidité K_A : $K_A = \frac{[Ind^-] \cdot [H_3O^+]}{[HInd]}$

Qu'on peut l'écrire sous la forme suivante : $pH = pK_A = \log \left(\frac{[Ind^-]}{[HInd]} \right)$

La teinte de l'indicateur dépend du rapport suivant : $\frac{[Ind^-]}{[HInd]}$ c'est à dire
de la valeur de pH

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

La solution prend la teinte de la forme acide si $\frac{[HInd]}{[Ind^-]} > 10$ c'est à dire que

$$pH < pK_A - 1$$

Elle prend la teinte de la forme basique si $\frac{[Ind^-]}{[HInd]} > 10$ c'est à dire que

$$pH > pK_A + 1$$

Dans le cas où $[HInd^-] = [Ind]$ Aucune forme ne prédomine , d'où la couleur de la solution , c'est la superposition de deux teintes acide et basique , c'est **la teinte sensible de l'indicateur coloré** , dans ce cas $K_A = [H_3O^+]$ et $pH = pK_A$

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et réaction acido-basique

allal Mahdade

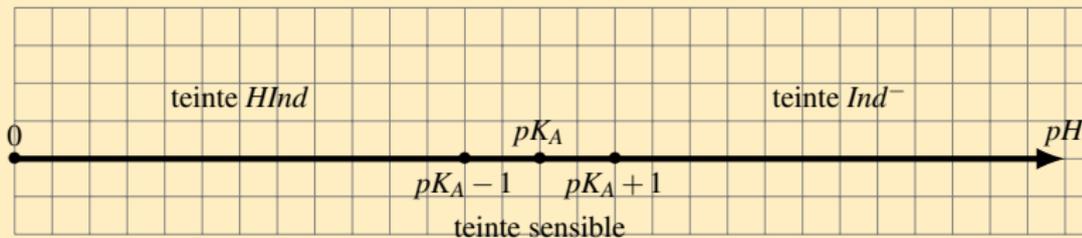
Introduction

Comment définir et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Comment définir la constante l'acidité d'un couple acide/base ?

Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

On appelle la zone $pK_A - 1 < pH < pK_A + 1$ zone de virage de l'indicateur coloré où la concentration de ces deux formes acide et base ont même ordre de grandeur et l'indicateur prend la teinte sensible .



III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et
réaction
acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment définir et
utiliser le produit
ionique de l'eau ?

Comment définir
la constante
l'acidité d'un
couple
acide/base ?

Comment
comparer le
comportement
d'acides ou de
bases en solution ?

Indicateur coloré et zone de virage



phénolphtaléine



hélianthine



Bleu de bromothymol

III. Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Transformation et réaction acido-basique

allal Mahdade

Introduction

Comment défini et utiliser le produit ionique de l'eau ?

Comment définir la constante d'acidité d'un couple acide/base ?

Comment comparer le comportement d'acides ou de bases en solution ?

Nom	Teinte acide (de HIn)	Zone de virage	Teinte basique (de In^-)
hélarthine	rouge	3,1 – 4,4	jaune
rouge de méthyle	rouge	4,2 – 6,2	jaune
bleu de bromothymol (BBT)	jaune	6,0 – 7,6	bleu
phénolphaléine	incolore	8,2 – 10,0	rose-violet