



ce
pre
UNI

Química

ÁCIDOS Y BASES II

CICLO
Preuniversitario

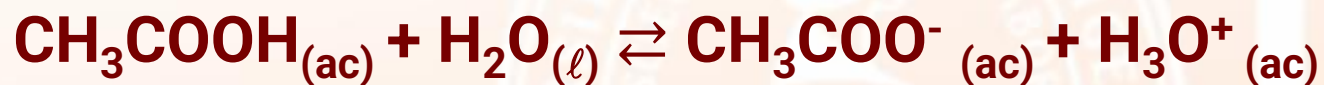
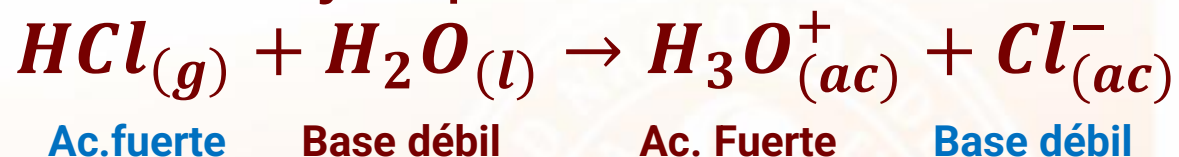
2024-I



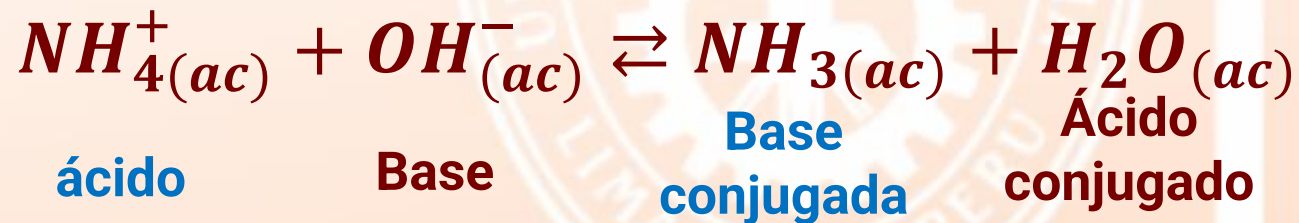
Fuerza relativa de ácidos y bases

La fuerza de un ácido y de una base está determinada por la capacidad que tienen para donar o aceptar protones.

Cuanto más fuerte es el ácido, tanto más débil es su base conjugada y viceversa. Ejemplos:



Cuanto más fuerte es la base, tanto más débil es su ácido conjugado y viceversa.



Fuerza relativa de algunos pares conjugados ácido-base comunes

	Ácido	Base conjugada	
Aumenta la fuerza del ácido ↑	Ácidos fuertes	HClO_4 (ácido perclórico)	ClO_4^- (ion perclorato)
		HI (ácido yodhídrico)	I^- (ion yoduro)
		HBr (ácido bromhídrico)	Br^- (ion bromuro)
		HCl (ácido clorhídrico)	Cl^- (ion cloruro)
		H_2SO_4 (ácido sulfúrico)	HSO_4^- (ion hidrogenosulfato)
		HNO_3 (ácido nítrico)	NO_3^- (ion nitrato)
		H_3O^+ (ion hidronio)	H_2O (agua)
	Ácidos débiles	HSO_4^- (ion hidrogenosulfato)	SO_4^{2-} (ion sulfato)
		HF (ácido fluorhídrico)	F^- (ion fluoruro)
		HNO_2 (ácido nitroso)	NO_2^- (ion nitrito)
		HCOOH (ácido fórmico)	HCOO^- (ion formato)
		CH_3COOH (ácido acético)	CH_3COO^- (ion acetato)
		NH_4^+ (ion amonio)	NH_3 (amoniaco)
		HCN (ácido cianhídrico)	CN^- (ion cianuro)
		H_2O (agua)	OH^- (ion hidróxido)
		NH_3 (amoniaco)	NH_2^- (ion amiduro)
			↓ Aumenta la fuerza de la base

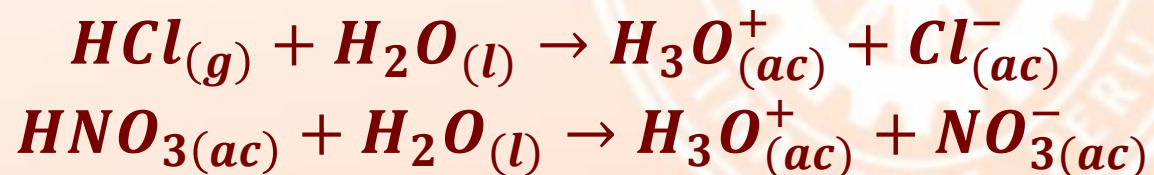
Ácidos y bases fuertes

Son sustancias descomponedoras de materia orgánica e inorgánica y contaminantes de suelos y aguas electrólitos fuertes que existen en disolución acuosa exclusivamente como iones. Tienen una constante de ionización muy altas y un porcentaje de conversión próximo al 100 %.

Ácidos fuertes

La única fuente significativa de H_3O^+ viene del ácido fuerte. (A menos que la disolución sea extremadamente diluida).

Ejemplos:



Ácidos Fuertes (Comunes)



Ácidos y bases fuertes

Bases fuertes

Sus soluciones diluidas no tienen una constante de equilibrio a condiciones estándar. La única fuente importante de OH^- viene de la base fuerte. (A menos que la disolución sea extremadamente diluida).

Ejemplo:



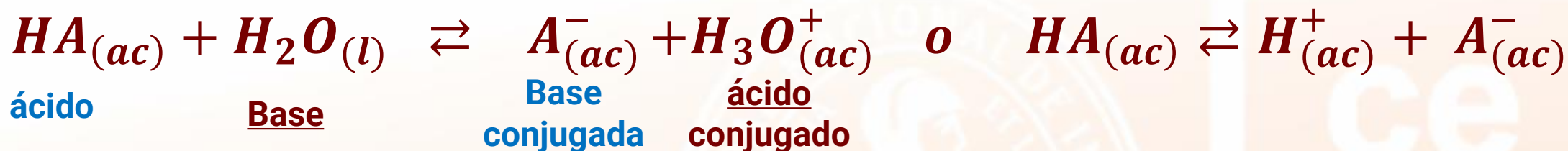
Bases fuertes (comunes)

LiOH
NaOH
KOH
CsOH
Ca(OH)₂
Sr(OH)₂
Ba(OH)₂

Constantes de ionización de ácidos y bases débiles (0-1M)

Constante de ionización de ácidos débiles (K_a)

Con ayuda de la constante de equilibrio de la reacción de disociación se puede expresar la medida en la que un ácido débil se disocia.



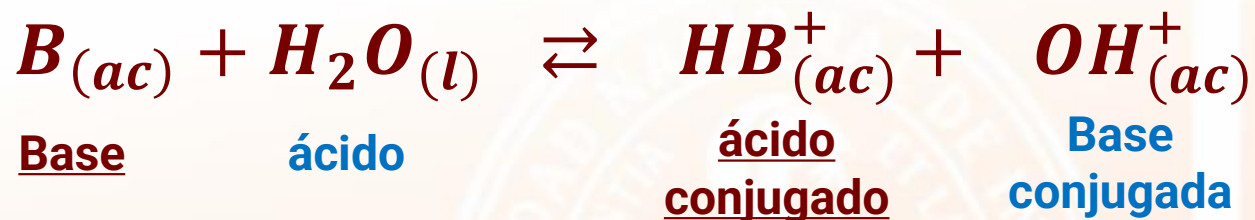
$$K_{eq} = K_a = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$$

K_a : constante de acidez (o disociación ácida)

Constantes de ionización de ácidos y bases débiles

Constante de ionización de bases débiles (K_b)

Con ayuda de la constante de equilibrio de la reacción de disociación se puede expresar la medida en la que una base débil se disocia.



$$K_{eq} = K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$$

K_b : constante de basicidad

Algunos ácidos débiles en agua a 25 °C

Nombre del ácido	Fórmula	K_a	pK_a
Ácido yódico	HIO_3	$1,60 \times 10^{-1}$	0,79
Ácido cloroso	HClO_2	$1,12 \times 10^{-2}$	1,95
Ácido nitroso	HNO_2	$7,10 \times 10^{-4}$	3,15
Ácido fluorhídrico	HF	$6,80 \times 10^{-4}$	3,17
Ácido fórmico	HCOOH	$1,80 \times 10^{-4}$	3,74
Ácido benzoico	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$6,30 \times 10^{-5}$	4,20
Ácido acético	CH_3COOH	$1,80 \times 10^{-5}$	4,74
Ácido propanoico	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$	$1,30 \times 10^{-5}$	4,89
Ácido hipocloroso	HClO	$2,90 \times 10^{-8}$	4,54
Ácido hipobromoso	HBrO	$2,30 \times 10^{-9}$	8,64
Ácido cianhídrico	HCN	$6,20 \times 10^{-10}$	9,21
Ácido hipoyodoso	HIO	$2,30 \times 10^{-11}$	10,64

Aumenta la fuerza ácida

Constantes de disociación ácida de algunos ácidos polipróticos comunes a 25 °C

Nombre del ácido	Fórmula	K_{a1}	K_{a2}	K_{a3}
Ácido ascórbico	$H_2C_6H_6O_6$	$8,0 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{-12}$	
Ácido carbónico	H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$	$5,6 \times 10^{-11}$	
Ácido cítrico	$H_3C_6H_5O_7$	$7,4 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$4,0 \times 10^{-7}$
Ácido oxálico	$H_2C_2O_4$	$5,9 \times 10^{-2}$	$6,4 \times 10^{-5}$	
Ácido fosfórico	H_3PO_4	$7,5 \times 10^{-3}$	$6,2 \times 10^{-8}$	$4,2 \times 10^{-13}$
Ácido sulfuroso	H_2SO_3	$1,7 \times 10^{-2}$	$6,4 \times 10^{-8}$	
Ácido sulfúrico	H_2SO_4	$6,3 \times 10^{-5}$	$1,2 \times 10^{-2}$	
Ácido tartárico	$H_2C_4H_4O_6$	$1,0 \times 10^{-3}$	$4,6 \times 10^{-5}$	

Algunas bases débiles en agua a 25 °C

Nombre de la base	Fórmula	K_b	pK_b
Etilamina	$C_2H_5NH_2$	$5,6 \times 10^{-4}$	3,25
Metilamina	CH_3NH_2	$4,4 \times 10^{-4}$	3,29
Dimetilamina	$(CH_3)_2NH$	$5,1 \times 10^{-4}$	3,35
Trimetilamina	$(CH_3)_3N$	$6,5 \times 10^{-5}$	3,29
Amoniaco	NH_3	$1,8 \times 10^{-5}$	4,74
Piridina	C_5H_5N	$1,7 \times 10^{-9}$	8,77
Anilina	$C_6H_5NH_2$	$3,8 \times 10^{-10}$	9,42
Cafeína	$C_8H_{10}N_4O_2$	$5,3 \times 10^{-14}$	13,28
Úrea	$(NH_2)_2CO$	$1,5 \times 10^{-14}$	13,82

Aumenta la fuerza básica

PREGUNTA 01

Se tienen las constantes de disociación (K_a) de los siguientes ácidos débiles en solución acuosa:

$$\text{HF} = 7,1 \times 10^{-4} ; \text{HCN} = 4,9 \times 10^{-10} ; \text{HIO}_3 = 7,1 \times 10^{-1}$$

Ordene de forma creciente la fuerza ácida:

A) HF, HCN, HIO_3

B) HIO_3 , HF, HCN

C) HIO_3 , HCN, HF

D) HCN, HIO_3 , HF

E) HCN, HF, HIO_3

Rpta: E

PREGUNTA 02

Se muestran las siguientes especies, sus pares conjugados y valores de K_a a 25 °C.

HA	A^-	$K_a = 1,0 \times 10^{-6}$
H_2B	HB^-	$K_a = 1,0 \times 10^{-5}$
H_3E	H_2E^-	$K_a = 1,0 \times 10^{-4}$

Indicar que proposiciones siguientes son correctas?

- H_2E^-** es una base más débil que **A^-** .
- H_2B** es un ácido más fuerte que **HA**.
- HA** produce una base conjugada mas débil que el **H_3E**

- A) Solo I B) Solo II C) Solo III D) I y II E) I, II y III

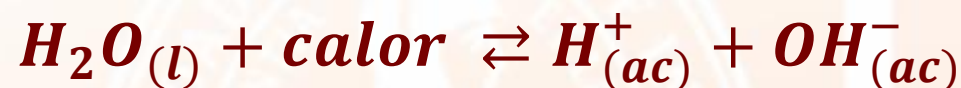
Rpta: D

Autoionización del agua

El agua es un electrólito muy débil y, por tanto, un mal conductor de la electricidad, sin embargo, experimenta una ligera autoionización:

Según Bronsted y Lowry: $H_2O_{(l)} + H_2O_{(l)} + \text{calor} \rightleftharpoons OH_{(ac)}^- + H_3O_{(ac)}^+$
ácido₁
Base₁
Base₂
ácido₂

Según Arrhenius:



Producto iónico del agua (K_w)

Dado que la autoionización del agua es un proceso de equilibrio a 25 °C:

$$K_{eq} = [H_3O^+][OH^-] \rightarrow K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$$

T (°C)	K_w
0	$1,15 \times 10^{-15}$
10	$2,96 \times 10^{-15}$
20	$6,87 \times 10^{-15}$
25	$1,00 \times 10^{-14}$
50	$5,30 \times 10^{-14}$
100	$5,44 \times 10^{-13}$

PREGUNTA 03

Dada las siguientes proposiciones:

- I. El valor de K_b es mayor para las bases más débiles.
- II. El valor de K_a es mayor para los ácidos más fuertes.
- III. El producto iónico del agua (K_w) es igual a 1×10^{-14} a cualquier temperatura.

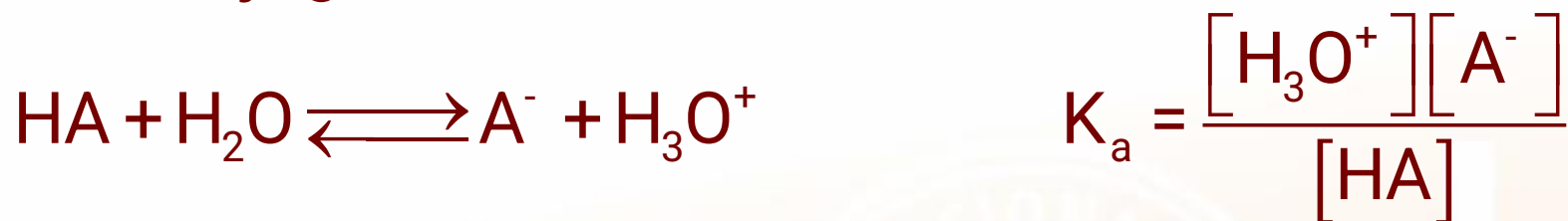
Indique la alternativa que contiene las proposiciones correctas.

Solo I B) Solo II C) Solo III D) I y II E) II y III

Rpta: B

Relación entre K_a y K_b

Desde un punto de vista cualitativo los ácidos más fuertes tienen las bases conjugadas más débiles.



Al sumar las dos ecuaciones, se obtiene lo siguiente:

$$K_a \times K_b = \frac{[H_3O^+][A^-]}{[HA]} \times \frac{[HA][OH^-]}{[A^-]} = [H_3O^+][OH^-] = [H^+][OH^-]$$

$$K_a \times K_b = K_w$$

$$K_a \times K_b = K_w$$

Se cumple:

Si K_a es más grande, su base conjugada debe tener un K_b más pequeña para que el producto K_w sea igual a $1,0 \times 10^{-14}$ a 25°C .

Algunos pares conjugados ácido-base a 25°C

Ácido	K_a	Base	K_b
HNO_3	(ácido fuerte)	NO_3^-	(basicidad despreciable)
HF	$6,8 \times 10^{-4}$	F^-	$1,5 \times 10^{-11}$
$\text{HC}_3\text{H}_3\text{O}_2$	$1,8 \times 10^{-5}$	$\text{C}_3\text{H}_3\text{O}_2^-$	$5,6 \times 10^{-10}$
H_2CO_3	$4,3 \times 10^{-7}$	HCO_3^-	$2,3 \times 10^{-8}$
NH_4^+	$5,6 \times 10^{-10}$	NH_3	$1,8 \times 10^{-5}$
HCO_3^-	$5,6 \times 10^{-11}$	CO_3^{2-}	$1,8 \times 10^{-4}$
OH^-	(acidez despreciable)	O^{2-}	(base fuerte)

CÁLCULOS NUMÉRICOS CON LAS CONSTANTES K_a , K_b

El grado de disociación indica la relación de los números de moles de iones realmente disociados (n_x) entre los moles iniciales de iones que podría haberse disociado (n_o):

$$\alpha = \frac{n_x}{n_o}$$

También para concentraciones

$$\alpha = \frac{[X]_{dis}}{[X]_o}$$

$[X]_{dis}$: concentración de la disociación del ácido o de la base

$[X]_o$: concentración inicial del ácido o base

%de disociación:

$$\% \alpha = \alpha \times 100$$

Determinación de K_a y K_b a partir del grado de disociación

Ejemplo:



Inicio:

$$C_o \qquad 0 \qquad 0$$

Equilibrio:

$$C_o - x \qquad + x \qquad + x \quad \text{Si } \alpha < 0,05 \text{ o } K_a \leq 10^{-4}$$

Si $x = \alpha C_o$:

$$C_o - \alpha C_o \qquad \alpha C_o \qquad \alpha C_o$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][A]}{HA} \rightarrow K_a = \frac{(\alpha C_o)^2}{C_o(1-\alpha)} \rightarrow K_a = \frac{\alpha^2 C_o}{1-\alpha}$$

Como α es muy pequeño, $1-\alpha$ en el denominador se aproxima a 1

$$K_a = \alpha^2 C_o \rightarrow \alpha = \sqrt{\frac{K_a}{C_o}} \text{ de manera similar } \alpha = \sqrt{\frac{K_b}{C_o}}$$

PREGUNTA 04

Una disolución acuosa 0,05 M de un ácido débil HA a 25 °C, que se disocia según:



Está ionizada en 2%. Calcule la constante de equilibrio.

- A) $2,04 \times 10^{-4}$
- B) $2,04 \times 10^{-5}$
- C) $2,40 \times 10^{-5}$
- D) $2,04 \times 10^{-6}$
- E) $2,40 \times 10^{-6}$

Rpta: B

PREGUNTA 05

Se ha encontrado que una disolución de ácido acético ($CH_3COOH_{(ac)}$) 0,4 M a 25 °C está ionizada en 0,67%. Calcule la concentración de los iones acetato ($CH_3COO^-_{(ac)}$) y el valor de K_a .

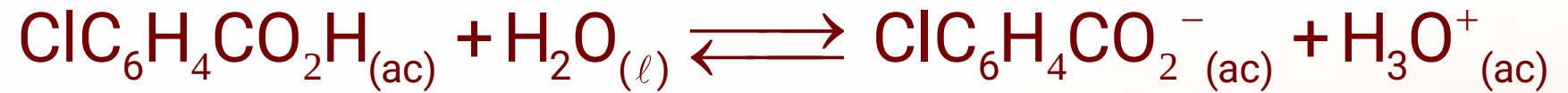


- A) 26,8 mM y $1,80 \times 10^{-5}$
- B) 26,8 mM y $1,80 \times 10^{-4}$
- C) 2,68 mM y $1,80 \times 10^{-4}$
- D) 2,68 mM y $1,80 \times 10^{-5}$
- E) 2,68 mM y $1,80 \times 10^{-6}$

Rpta: D

PREGUNTA 06

Una disolución acuosa de 0,04 M del ácido 4-clorobenzoico se disocia según:



Si está ionizada en 5%, a 25 °C. Determine la constante de acidez (K_a).

- A) $1,0 \times 10^{-4}$
- B) $1,0 \times 10^{-5}$
- C) $1,2 \times 10^{-5}$
- D) $1,2 \times 10^{-4}$
- E) $2,0 \times 10^{-4}$

Rpta: A

PREGUNTA 07

La etilamina ($\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$) es una base con $K_b = 5,6 \times 10^{-4}$ a 25°C según:



Calcule el valor de K_a para su ácido conjugado a 25°C .

- A) $1,21 \times 10^{-8}$
- B) $1,78 \times 10^{-11}$
- C) $2,23 \times 10^{-8}$
- D) $3,22 \times 10^{-11}$
- E) $4,16 \times 10^{-10}$

Rpta: B