PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

QIM100E-3

Taller equilibrio ácido-base

1° semestre 2020, 15-06-2020

Romina Bassi Castillo

robassi@uc.cl

Ejercicio N°1

1. En cada una de las siguientes reacciones químicas, identifique los pares ácido-base conjugados.

a) $HF_{(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons F^-_{(ac)} + H_3O^+_{(ac)}$

ácido base base conjugada ácido conjugado

b) $CN^-_{(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCN_{(ac)} + OH^-_{(ac)}$

base ácido ácido conjugado base conjugada

c) $HCO_3^-{}_{(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(ac)} + OH^-_{(ac)}$

base ácido ácido conjugado base conjugada

d) $NH_4^+{}_{(ac)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_{3(ac)} + H_3O^+_{(ac)}$

ácido base base conjugada ácido conjugado

Ejercicio N°2

Calcula la cantidad de NaOH (en gramos) necesaria para preparar 546 mL de una disolución de pH 10,0.

$NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$ **base fuerte**

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 10 = 4$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 4/10^x$$

$$[OH^-] = 0{,}0001 \frac{mol}{L}$$

$$0{,}0001 \frac{mol}{L} * 0{,}546L * 40 \frac{g}{mol}$$

$$\mathbf{0,0022\ g\ de\ NaOH}$$

Ejercicio N°3

Se prepara una disolución disolviendo 18,5 g de HCl en 670 mL de agua. Calcula el pH de la disolución (suponga que el volumen permanece constante).

$$n_{HCl} = 18{,}5\ g * \frac{1\ mol}{36{,}46\ g} = 0{,}507\ mol$$

$$[HCl] = \frac{n_{HCl}}{volumen} = \frac{0{,}507\ mol}{0{,}670 L} = 0{,}757\ \frac{mol}{L}$$

	$HCl \rightarrow$	H^+	+	Cl^-	**ácido fuerte**
Inicio	0,757	0		0	
Final	0	0,757		0,757	

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

$$pH = -\log[0{,}757]$$

$$\boldsymbol{pH = 0,12}$$

Ejercicio N°4

El pOH de una disolución básica fuerte es de 1,88 a 25ºC. Calcule la concentración de la base:

a) si la base es KOH

$KOH \rightarrow K^+ + OH^-$ **base fuerte**

$$pOH = -\log[OH^-] = 1{,}88/10^x$$

$$[\boldsymbol{OH^-}] = \mathbf{0{,}0132}\,\frac{\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{L}} = [\boldsymbol{KOH}]$$

b) si la base es $Ba(OH)_2$

$Ba(OH)_2 \rightarrow Ba^{2+} + 2OH^-$ **base fuerte**

Inicio	0,0066	0	0
Final	0	0,0066	0,0132

$$pOH = -\log[OH^-] = 1{,}88/10^x$$

$$[\boldsymbol{OH^-}] = \mathbf{0{,}0132}\,\frac{\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{L}}$$

$$[\boldsymbol{OH^-}] = \mathbf{2}[\boldsymbol{Ba(OH)_2}]$$

$$[\boldsymbol{Ba(OH)_2}] = \mathbf{0{,}0066}\,\frac{\boldsymbol{mol}}{\boldsymbol{L}}$$

Ejercicio N°5

El hidróxido de calcio (cal apagada), $Ca(OH)_2$ es la base fuerte más barata y se utiliza generalmente en las operaciones industriales para el tratamiento de aguas residuales. El $Ca(OH)_2$ es poco soluble en agua, solo 0,16 g de $Ca(OH)_2$/100,0 mL de disolución a 25 °C. ¿Cuál es el pH de la disolución saturada de $Ca(OH)_2$(aq) a 25 °C?

$$n_{Ca(OH)_2} = 0{,}16\ g * \frac{1\ mol}{74{,}093\ g} = 0{,}002\ mol$$

$$[Ca(OH)_2] = \frac{n_{Ca(OH)_2}}{volumen} = \frac{0{,}002\ mol}{0{,}1L} = 0{,}0216\frac{mol}{L}$$

	$Ca(OH)_2$ →	Ca^{2+} +	$2OH^-$	**base fuerte**
Inicio	0,0216	0	0	
Final	0	0,0216	0,0432	

$$pOH = -\log[OH^-]$$

$$pOH = -\log[0{,}0432] = 1{,}36$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 1{,}36$$

pH =12,7

Ejercicio N°6

El pH de una disolución de ácido monoprótico de concentración 0,0642 M es de 3,86, indica si se trata de un ácido fuerte o débil.

$$pH = -\log[H^+] = 3{,}86$$

$$[H^+] = 0{,}00014\ M$$

$$HA \rightarrow H^+ + A^-$$

Inicio	0,0642	0	0

$$[HA]=0{,}0642\ M >> [H^+]=0{,}00014\ M$$

∴Es un ácido débil, ya que su disociación fue parcial

Ejercicio N°7

Se ha demostrado que la disolución de ácido hipocloroso, HOCl, de concentración 0,025 %V/V es efectivo contra COVID-19 ¿Qué pH presenta la disolución? Datos: dHOCl=1,16 g/mL, MHOCl = 52,5 g/mol, K_a= 3,0x10-8

$$\%\,{}^{v}/_{v} = \frac{volumen\ soluto}{volumen\ solución} * 100\ \%$$

$$\%\,{}^{v}/_{v} = \frac{0{,}025\ mL}{100\ mL} * 100\ \%$$

$$n_{HOCl} = 0{,}025\ mL * 1{,}16\frac{g}{mL} * \frac{1mol}{52{,}5g} = 5{,}52\ x10^{-4}\ mol$$

$$[HOCl] = \frac{5{,}52 * \ 10^{-4}\ mol}{0{,}1\ L} = 5{,}52x10^{-3}\frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$\text{HOCl} \leftrightarrows \text{H}^{+} + \text{OCl}^{-}$$

Inicio	$5{,}52x10^{-3}$	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	$(5{,}52x10^{-3} - x)$	x	x

$$K_a = \frac{[H^+][OCl^-]}{[HOCl]}$$

$$K_a = \frac{x^2}{(5{,}52x10^{-3} - x)} = 3{,}0\ x10^{-8}$$

$K_a << 5{,}52x10^{-3} \rightarrow 5{,}52x10^{-3} - x \approx 5{,}52x10^{-3}$

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

$$pH = -log\ [1{,}29\ x\ 10^{-5}\ M]$$

$$\boldsymbol{x = 1{,}29\ x\ 10^{-5}\ M = [H^+]}$$

$$\boldsymbol{pH = 4{,}9}$$

Ejercicio N°8

Ordenar las siguientes soluciones según su acidez creciente:

a) ácido acético, CH_3COOH, pH = 2

b) HBr, 10^{-10} M

	HBr →	H^+ +	Br^-	**ácido fuerte**
Inicio	10^{-10}	0	0	
Final	0	10^{-10}	10^{-10}	

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

$$pH = -log\ [10^{-10}]$$

$$\boldsymbol{pH = 10}$$

c) hidróxido de sodio, NaOH, pOH = 1

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 1$$

$$\boldsymbol{pH = 13}$$

Ejercicio N°9

Se disuelve una muestra de 0,8 g de ácido acético, CH_3COOH, en una cantidad de agua suficiente para preparar 50 mL de disolución. Calcula las concentraciones de H^+, CH_3COO^- y CH_3COOH en el equilibrio (K_a= 1,8 x10^{-5})

	$CH_3COOH \leftrightarrows$	H^+ +	CH_3COO^-
Inicio	0,2660	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,2660-x	x	x

$$n_{CH_3COOH} = 0{,}8\ g * \frac{1 mol}{60{,}052\ g} = 0{,}0133\ mol$$

$$[CH_3COOH] = \frac{0{,}0133\ mol}{0{,}05\ L} = 0{,}2660\ \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

$$K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{x^2}{0{,}2660 - x} = 1{,}8\ x\ 10^{-5}$$

$$K_a \ll 0{,}2660 \rightarrow 0{,}2660 - x \approx 0{,}2660$$

$$K_a = \frac{x^2}{0{,}2660} = 1{,}8\ x\ 10^{-5}$$

$$x = 0{,}0022\ M$$

$[H+]=[CH_3COO^-]$=0,0022 M

$[CH_3COOH]$= 0,2660 M – 0,0022 M= 0,2638 M

100% 0,2660 M

% 0,0022 M

[H+] es un 0,8% de $[CH_3COOH]$ aproximación es correcta ya que es <5%

Ejercicio N°10

El ácido butírico, $CH_3(CH_2)_2COOH$, se utiliza en la obtención de compuestos que se emplean en jarabes y sabores artificiales. Se encuentra que una disolución acuosa de ácido butírico 0,250 M tiene un pH de 2,72. Determine la Ka para el ácido butírico.

	$CH_3(CH_2)_2COOH$	+ H_20 ⇆	H_3O^+	+ $CH_3(CH_2)_2COO^-$
Inicio	0,250		0	0
Cambio	-x		+x	+x
Equilibrio	0,250 - x		x	x

$$pH = -\log[H_3O^+] = 2{,}72$$

$$[H_3O^+] = 0{,}0019\ M = x$$

$$[CH_3(CH_2)_2COOH] = 0{,}250\ M - 0{,}0019\ M = 0{,}2481\ M$$

$$K_a = \frac{[H_3O^+][CH_3(CH_2)_2COO^-]}{[CH_3(CH_2)_2COOH]} = \frac{0{,}0019^2}{0{,}2481}$$

$$\boldsymbol{K_a = 1{,}46\ x\ 10^{-5}}$$

Ejercicio N°11

La metilamina (CH_3NH_2) es utilizada a nivel industrial en la producción de bactericidas y de explosivos. Indica cuantos gramos de metilamina hay en 100 mL de disolución de pH 10,7.

	CH_3NH_2 +	$H_20 \leftrightarrows CH_3NH_3^+$ +	OH^-
Inicio	A	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	A - x	x	x

$$pH + pOH = 14$$

$$pOH = 14 - 10{,}7$$

$$pOH = 3{,}3$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 3{,}3 \; /10^x$$

$$[OH^-] = 0{,}0005 \; M$$

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]} = \frac{0{,}0005^2}{A - 0{,}0005} = 4{,}2 \; x \; 10^{-4}$$

$$0{,}0005^2 = 4{,}2 \; x \; 10^{-4} A - 2{,}1 \; x 10^{-7}$$

$$[CH_3NH_2] = A = 0{,}001 \frac{mol}{L}$$

$$0{,}001 \frac{mol}{L} * 0{,}1L * 31{,}05 \frac{g}{mol} = \mathbf{0{,}0034 \; g \; de \; metilamina}$$

Ejercicio N°12

¿Cuál es el pH de una disolución de $CH_3NH_2(aq)$ 0,00250 M? Para la metilamina, $K_b = 4,2X\ 10^{-4}$.

	CH_3NH_2 +	$H_20 \leftrightarrows CH_3NH_3^+$ +	OH^-
Inicio	0,0025	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,0025 - x	x	x

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]} = \frac{x^2}{0,0025 - x} = 4,2\ x\ 10^{-4}$$

$$K_b \ll 0,0025 \rightarrow 0,0025 - x \approx 0,0025$$

$$\frac{x^2}{0,0025} = 4,2\ x\ 10^{-4}$$

$$x = 0,0010\ M = [OH]$$

100% 0,0025 M

% 0,0010 M

$[OH^-]$ es un 40 % de $[CH_3NH_2]$, por lo tanto no es posible hacer la aproximación, ya que solo se puede realizar cuando es meno al 5%.

Ejercicio N°12

¿Cuál es el pH de una disolución de $CH_3NH_2(aq)$ 0,00250 M? Para la metilamina, $K_b = 4{,}2X\ 10^{-4}$.

	CH_3NH_2 +	$H_20 \leftrightarrows CH_3NH_3^+$ +	OH^-
Inicio	0,0025	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,0025 - x	x	x

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3NH_3^+]}{[CH_3NH_2]} = \frac{x^2}{0{,}0025 - x} = 4{,}2\ x\ 10^{-4}$$

$$x^2 = 1{,}05\ x\ 10^{-6} - 4{,}2\ x\ 10^{-4} x$$

$$x_1 = 0{,}00084\ M = [OH]$$

$$x_2 = -1{,}26 \quad X\ (las\ concentraciones\ no\ pueden\ ser\ negativas)$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log[0{,}00084]$$

$$pOH = 3{,}1$$

$$pH + pOH = 14$$

$$pH = 14 - 3.1$$

$$\boldsymbol{pH = 10,9}$$

Ejercicio N°13

La droga de elevado consumo cocaína es un alcaloide. Los alcaloides se detectan por su sabor amargo, que es una indicación de sus propiedades básicas. La cocaína, $C_{17}H_{21}O_4N$, es soluble en agua hasta 0,17 g/100 mL de disolución, y la disolución saturada tiene un pH = 10,08. ¿Cuál es el valor de Kb para la cocaína?

$$C_{17}H_{21}O_4N_{(ac)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrows C_{17}H_{21}O_4NH^+_{(ac)} + OH^-_{(ac)}$$

Inicio	0,0056	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,0056- x	x	x

$$n_{C_{17}H_{21}O_4N} = 0{,}17\ g * \frac{1 mol}{303{,}356\ g} = 0{,}00056\ mol$$

$$[C_{17}H_{21}O_4N] = \frac{0{,}00056\ mol}{0{,}1\ L} = \mathbf{0{,}0056}\ \boldsymbol{\frac{mol}{L}}$$

$$pOH = -\log[OH^-] = 3{,}92/10^x$$

$$[OH^-] = 0{,}00012\ M = x$$

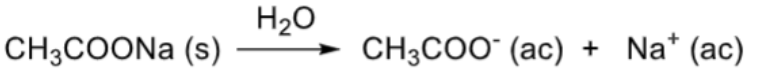
$$K_b = \frac{[OH^-][C_{17}H_{21}O_4NH_3^+]}{[C_{17}H_{21}O_4N]} = \frac{x^2}{0{,}0056 - x}$$

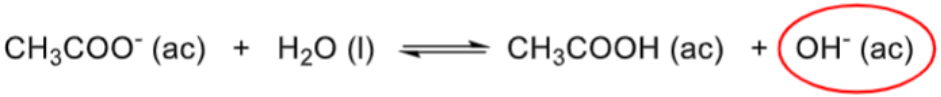
$$K_b = \frac{0{,}00012^2}{0{,}0056 - 0{,}00012}$$

$$\boldsymbol{K_b = 2{,}63\ x\ 10^{-6}}$$

Ejercicio N°14

Calcula el pH de una disolución de acetato de sodio (CH_3COONa) 0,15 M





Inicio	0,15	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,15-x	x	x

$$K_b = \frac{[OH^-][CH_3COOH]}{[CH_3COO^-]} = \frac{K_w}{K_a} = \frac{1{,}0x10^{-14}}{1{,}8\ x\ 10^{-5}} = 5{,}56\ x\ 10^{-10}$$

$$K_b = \frac{x^2}{0{,}15 - x} = 5{,}56\ x\ 10^{-10}$$

$$K_b \ll 0{,}15 \rightarrow 0{,}15 - \mathrm{x} \approx 0{,}15$$

$$K_b = \frac{x^2}{0{,}15} = 5{,}56\ x\ 10^{-10}$$

$$x = 9{,}13x\ 10^{-6}\ M = [OH^-]$$

$$pOH = -\log[OH^-] = -\log[9{,}13x\ 10^{-6}]$$

$$pOH = 5$$

$$\boldsymbol{pH = 14 - 5 = 9}$$

Ejercicio N°15

15. Se tiene una solución de ácido nitroso, HNO_2, 0,0391 % m/V, de pH 2,74. Determina

a) La Ka del ácido.

Dato: M HNO_2 = 47,0 g/mol

$$\%\,{}^{m}/_{v} = \frac{masa\ soluto}{volumen\ solución} * 100\ \%$$

$$\%\,{}^{m}/_{v} = \frac{0{,}0391\ g}{100\ mL} * 100\ \%$$

	HNO_2 +	H_2O ⇆	NO_2^- +	H_3O^+
Inicio	0,0083		0	0
Cambio	-x		+x	+x
Equilibrio	0,0083 - x		x	x

$$n_{HNO_2} = 0{,}0391\ g * \frac{1mol}{47{,}0\ g} = 0{,}00083\ mol$$

$$[HNO_2] = \frac{0{,}00083\ mol}{0{,}1\ L} = \mathbf{0{,}0083\ \frac{mol}{L}}$$

$$pH = -\log[H_3O^+] = 2{,}74$$

$$[H_3O^+] = 0{,}0018\ M = x$$

$$K_a = \frac{[NO_2^-][H_3O^+]}{[HNO_2]}$$

$$K_a = \frac{x^2}{0{,}0083 - x} = \frac{0{,}0018^2}{0{,}0083 - 0{,}0018}$$

$$\boldsymbol{K_a = 4{,}98\ x\ 10^{-4}}$$

Ejercicio N°15

Se tiene una solución de ácido nitroso, HNO_2, 0,0391 % m/V, de pH 2,74. Determina

b) La concentración de HNO_2 en el equilibrio.

Dato: M HNO_2 = 47,0 g/mol

$$HNO_2 + H_20 \leftrightarrows NO_2^- + H_3O^+$$

Inicio	0,0083	0	0
Cambio	-x	+x	+x
Equilibrio	0,0083 - x	x	x

$$pH = -\log[H_3O^+] = 2,74$$

$$[H_3O^+] = 0,0018\ M = x$$

$$[HNO_2] = 0,0083 - 0,0018$$

$$\mathbf{[HNO_2] = 0,0065\ M}$$

Ejercicio N°16

Calcule el pH de un sistema amortiguador formado por NH_3 0,15 M/ NH_4Cl 0,35 M

Son soluciones que tienen la característica de resistir cambios de pH, luego de añadir cantidades de ácido y base. Son reguladoras de pH.

$$\underset{\text{base}}{NH_3} + H_20 \leftrightarrows \underset{\text{ácido conjugado}}{NH_4^+} + OH^-$$

$$\underset{\text{ácido}}{NH_4^+} + H_20 \leftrightarrows \underset{\text{base conjugado}}{NH_3} + H_3O^+$$

$$K_a = 6{,}3x10^{-10}$$

$$\boldsymbol{pK_a = 9,2}$$

$$pH = pK_a + log\frac{[base\ conjugada]}{[ácido]}$$

$$\boldsymbol{pH = pK_a + log\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}}$$

$$pH = 9{,}2 + log\frac{[0{,}15]}{[0{,}35]}$$

$$\boldsymbol{pH = 8,8}$$

Ejercicio N°17

Un amortiguador de bicarbonato-acido carbónico tiene un pH 7,5. Calcule la relación de concentración de ácido carbónico (H_2CO_3) respecto a la del ion bicarbonato (HCO_3^-)

$$\boldsymbol{pK_a = 6,1}$$

$$pH = pK_a + log\frac{[base\ conjugada]}{[ácido]}$$

$$\boldsymbol{pH = pK_a + log\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}}$$

$$7{,}5 = 6{,}1 + log\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]}$$

$$\boldsymbol{\frac{[HCO_3^-]}{[H_2CO_3]} = 25}$$

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

QIM100E-3

Taller equilibrio ácido-base

1° semestre 2020, 15-06-2020

Romina Bassi Castillo

robassi@uc.cl