

Clase 5 1 octubre 2021

Título de la nota

01/10/2021

$$(5 \times 10^{-3} \text{ M}) \left(\frac{25 \text{ mL}}{37.5 \text{ mL}} \right) = 3.33 \times 10^{-3}$$

$$\text{pH} = -\log 3.33 \times 10^{-3} = 2.47$$

$$(1 \times 10^{-2} \text{ M}) \left(\frac{25 \text{ mL}}{37.5 \text{ mL}} \right) = 6.6 \times 10^{-3}$$
$$\text{pH} = -\log 6.6 \times 10^{-3} = 2.1$$

x	P_i
0	2
0.5	2.3
i	7
1.5	11.7
2	12

2.47 ✓

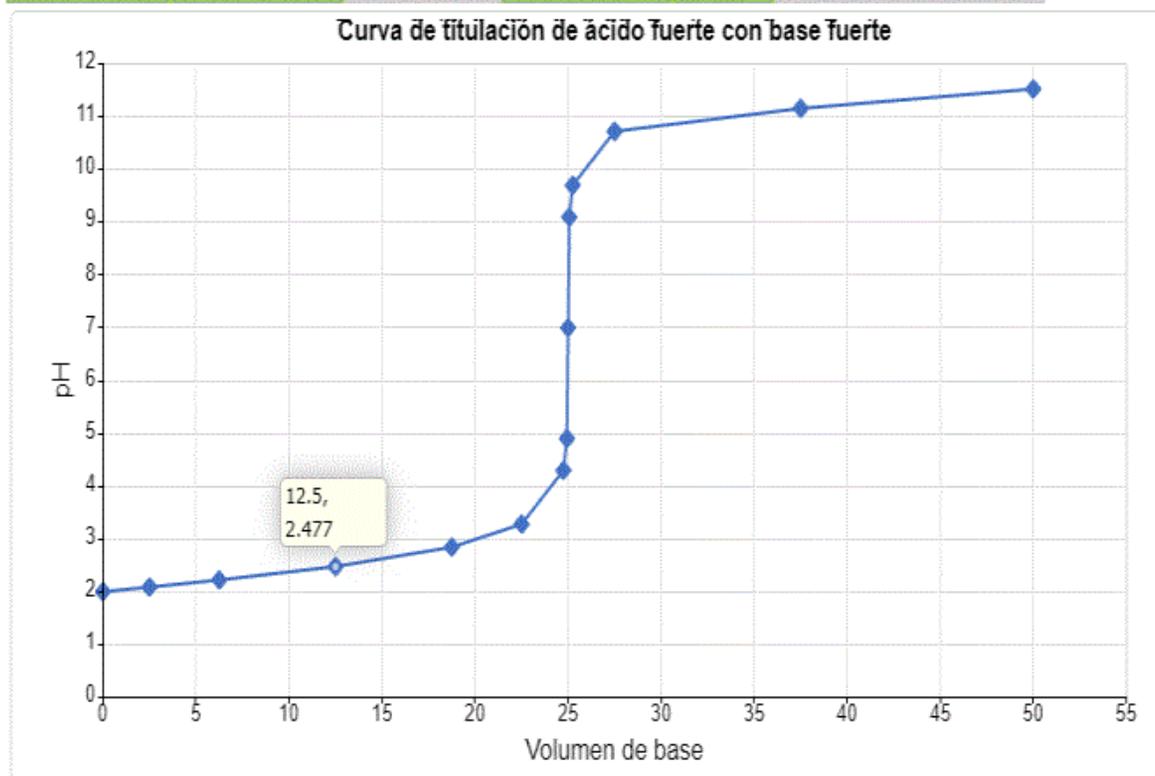
Reiniciar

Imprimir

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura

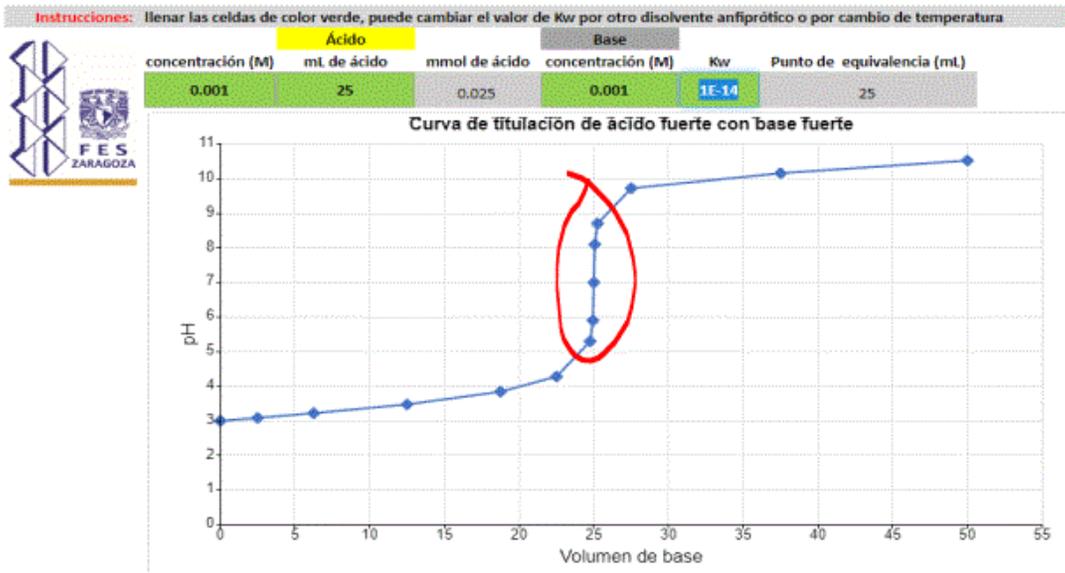


Ácido			Base		
concentración (M)	mL de ácido	mmol de ácido	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25

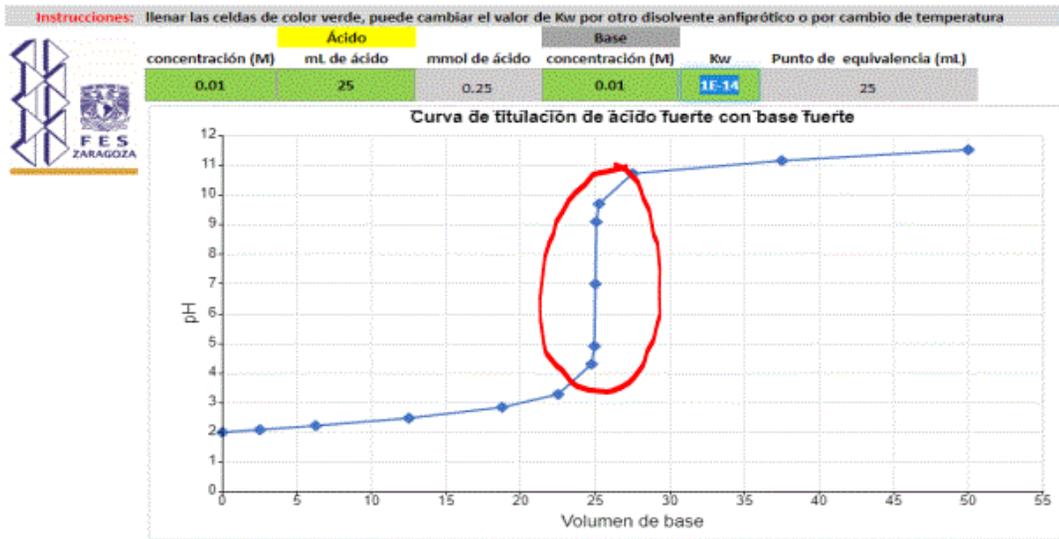


Dr Juan Carlos Vazquez Lira

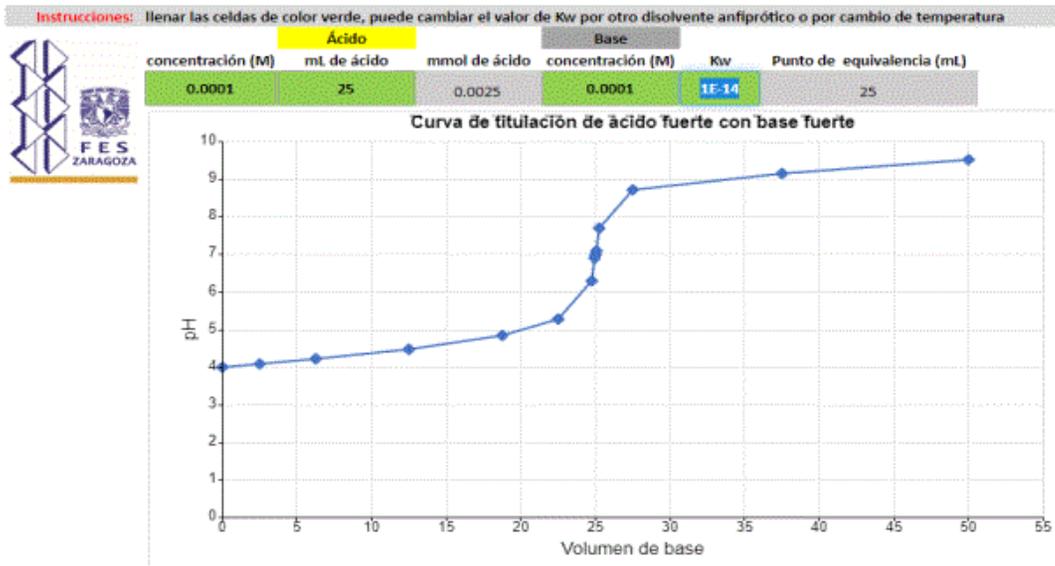
Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518



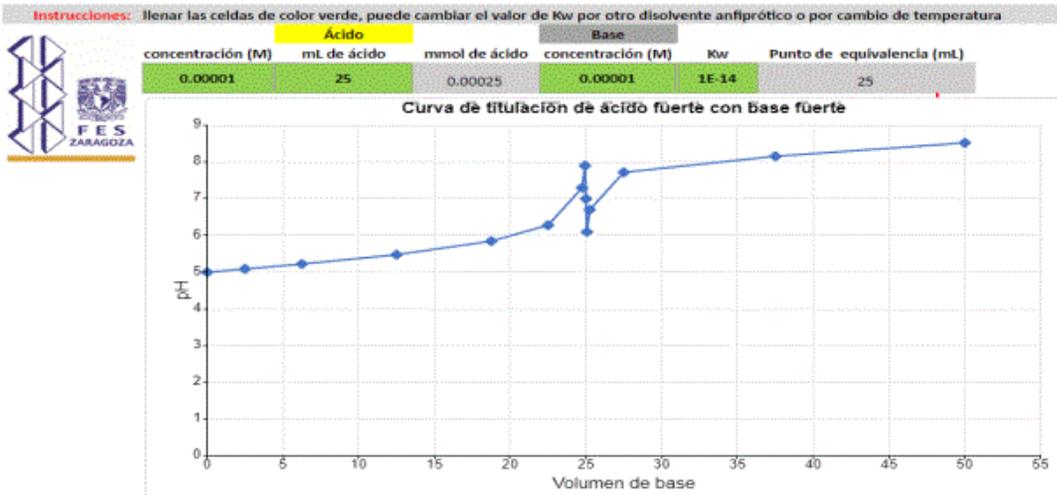
Dr Juan Carlos Vazquez Lira Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518



Dr Juan Carlos Vazquez Lira Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518



Dr Juan Carlos Vazquez Lira Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518



Dr Juan Carlos Vazquez Lira Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

$$V_{TV} = \frac{1}{\epsilon \epsilon_0 \epsilon_0}$$

$$10^{14} = \frac{1}{\epsilon^2 \epsilon_0^2}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{10^{14} \epsilon_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{10^{14} (10^{-5})^2}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{1}{10^4}}$$

$$\varepsilon = \sqrt{10^{-4}}$$

$$\varepsilon = 10^{-4/2}$$

$$\varepsilon = 10^{-2}$$

$$= 100 - \epsilon$$

$$= (1 - \epsilon) 100$$

$$= (1 - 10^{-2}) \times 100$$

$$= 99.1 \text{ límite}$$

Rx sea cuantitativa

$$\cdot / \cdot Q = 99\%$$

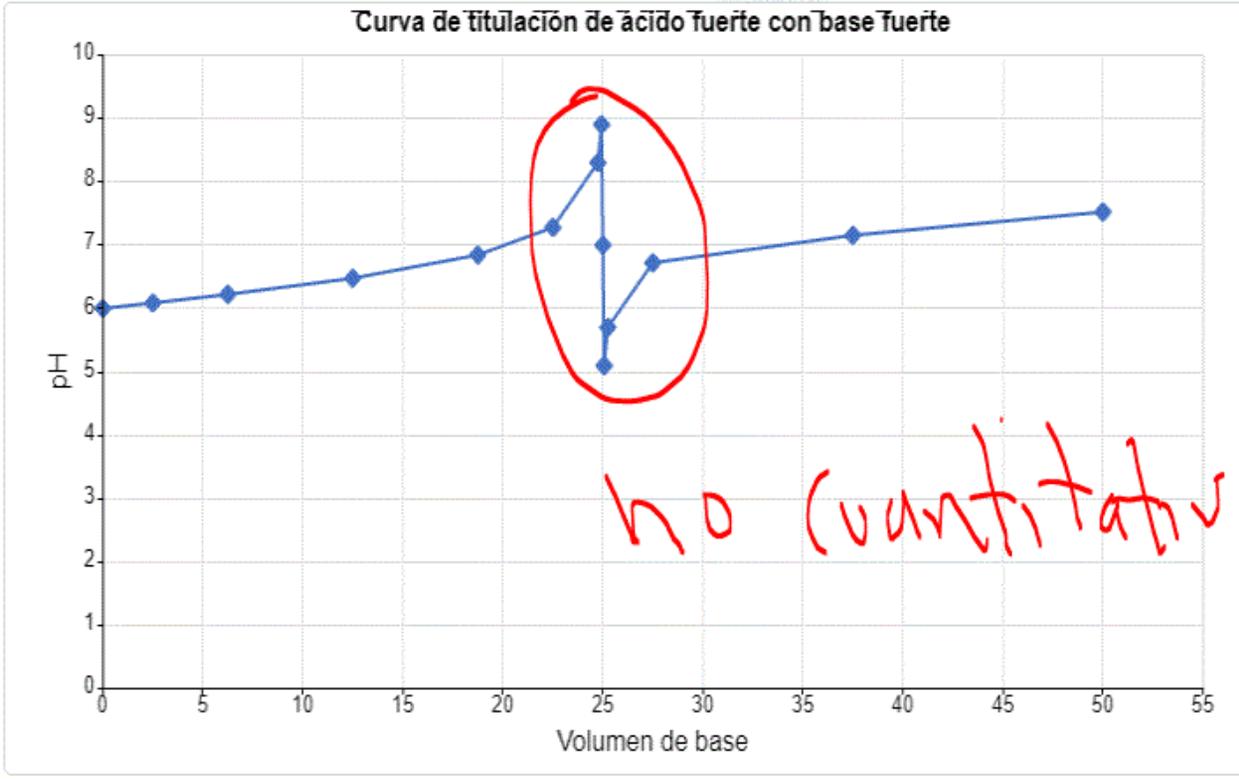
$$10^{-6} M$$
$$\cdot / \cdot Q = 90\%$$



Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura

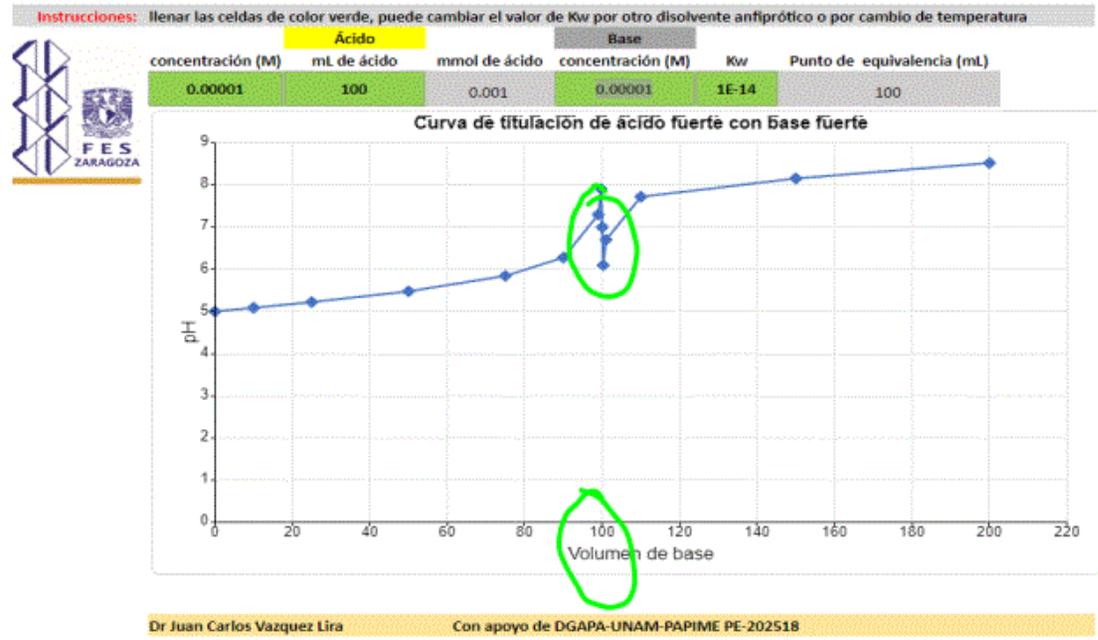
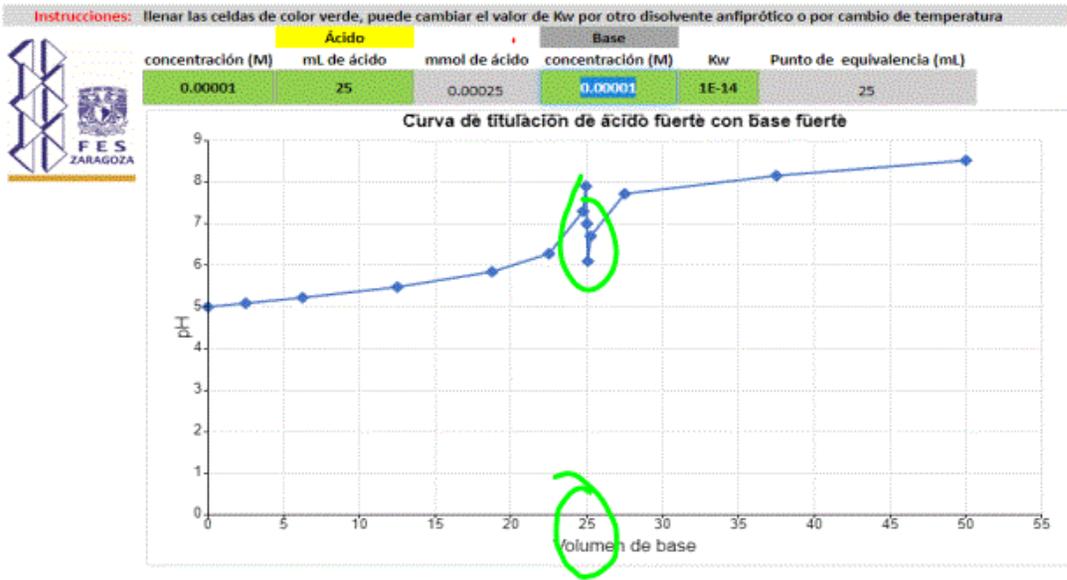


Ácido			Base		
concentración (M)	mL de ácido	mmol de ácido	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.000001	25	0.000025	0.000001	1E-14	25



Dr Juan Carlos Vazquez Lira Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

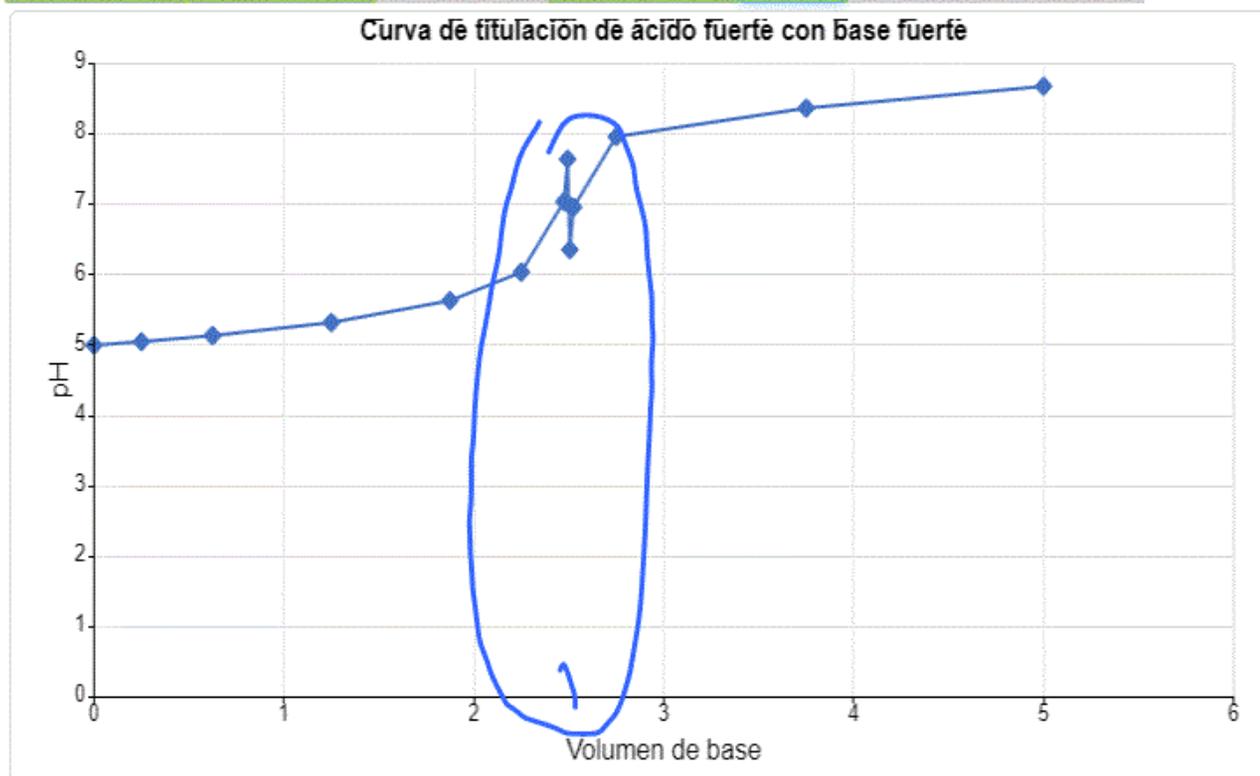
10⁻⁶ M Acido Fte.



Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



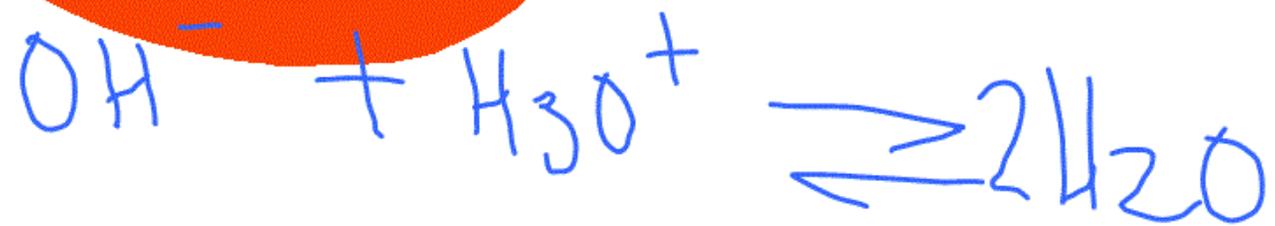
Ácido			Base		
concentración (M)	mL de ácido	mmol de ácido	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.00001	25	0.00025	0.0001	1E-14	2.5



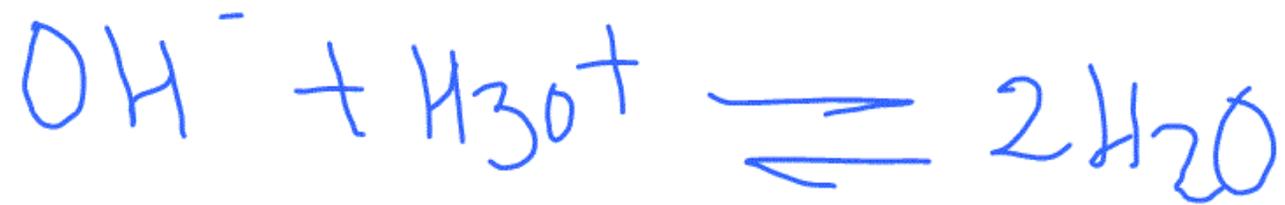
Dr Juan Carlos Vazquez Lira

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

Base Fte - ácido Fte



$$\frac{K_a}{C_0} \quad \text{ó} \quad \frac{K_b}{C_0} > 10^{-1}$$



Inicio C_0

Ag $x C_0$

APÉ $C_0(1-x) \sim 0$

PE εC_0 εC_0

DPE ~ 0 $C_0(x-1)$

$$K_r = \frac{1}{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]} = \frac{1}{K_w}$$

$$= \frac{1}{10^{-14}} = 10^{14}$$

$$\xi = \sqrt{\frac{1}{K_r C_0^2}} = \sqrt{\frac{1}{10^{14} (10^{-2})^2}}$$

$$\xi = \sqrt{\frac{1}{10^{10}}} = 10^{-10/2} = 10^{-5}$$

$$\begin{aligned} \therefore Q &= (1 - \varepsilon) 100 \\ &= (1 - 1 \times 10^{-5}) = 99.999\% \end{aligned}$$



$X = 0$ base fte

$$\begin{aligned} P_H &= 14 + \log C_b \\ &= 14 + \log C_0 = 14 + \log 10^{-2} \\ &= 14 - 2 = 12 \end{aligned}$$

$$x = 0.5 \quad \text{base } \neq e$$

$$\text{pH} = 14 + \log C_b$$

$$= 14 + \log (0.1 - x)$$

$$= 14 + \log 10^{-2} (1 - 0.5)$$

$$= 14 + \log 5 \times 10^{-3}$$

$$= 14 - 3 + 0.7 = 11.7$$

$X=1$ neutralización

$$[\text{OH}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+]$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+]^2 = K_w$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = \sqrt{K_w}$$

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-14/2} = 10^{-7}$$

$$\text{pH} = -\log 10^{-7} = 7$$

$$x = 1.5 \quad \text{ácido fte}$$

$$\text{pH} = -\log C_a$$

$$= -\log (0(x-1))$$

$$= -\log 10^{-5} (1.5-1)$$

$$= -\log 5 \times 10^{-3}$$

$$= 3 - 0.7 = 2.3$$

$$X=2$$

$$pH = -\log [a]$$

$$= -\log (0(x-1))$$

$$= -\log 10^{-2}(2-1)$$

$$= -\log 10^{-2}$$

$$= 2$$

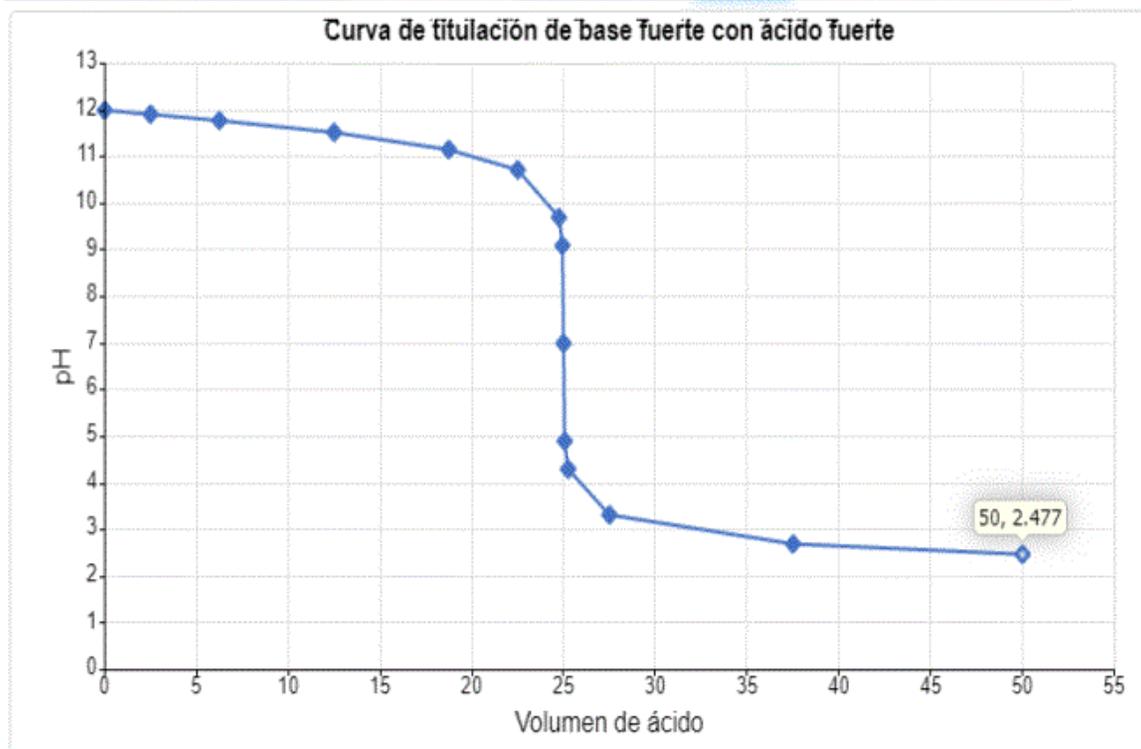
si se toma la dilución

$$(0.01M) \left(\frac{25\text{mL}}{50\text{mL}} \right) = 0.005M$$

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



Base			Ácido		
concentración (M)	mL de base	mmol de base	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25



Dr Juan Carlos Vazquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

1.1. APE base fte

$$\begin{aligned} 1.1. [\text{base}] &= 0.01 [10^{-2}] \\ &= 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 + \log C_b \\ &= 14 + \log 10^{-4} \\ &= 14 - 4 = 10 \end{aligned}$$

1.1. DPE ácido fuerte

$$\begin{aligned} 1.1. [\text{ácido}] &= 0.01 \text{ (} 10^{-2} \text{)} \\ &= 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \\ &= -\log 10^{-4} \\ &= 4 \end{aligned}$$

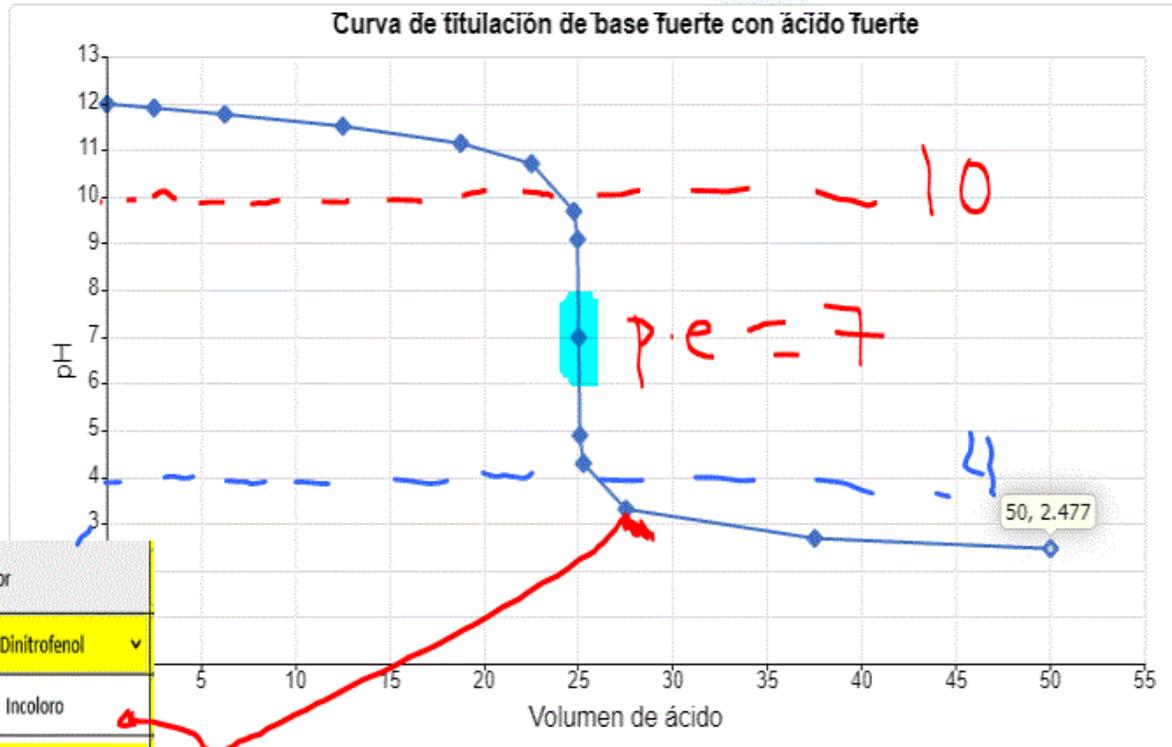
	I.I. APE	I.I. DPE
PH	10	4

$$\text{PH pto eq.} = \frac{10 + 4}{2}$$
$$= 7$$

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



Base			Ácido		
concentración (M)	mL de base	mmol de base	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25



Elección del indicador	
Indicador	2,5-Dinitrofenol
Coloración ácida	Incoloro
Coloración básica	Amarillo
Lim. Inferior (pH)	4
Lim. Superior (pH)	5.8

azquez Lira 2018

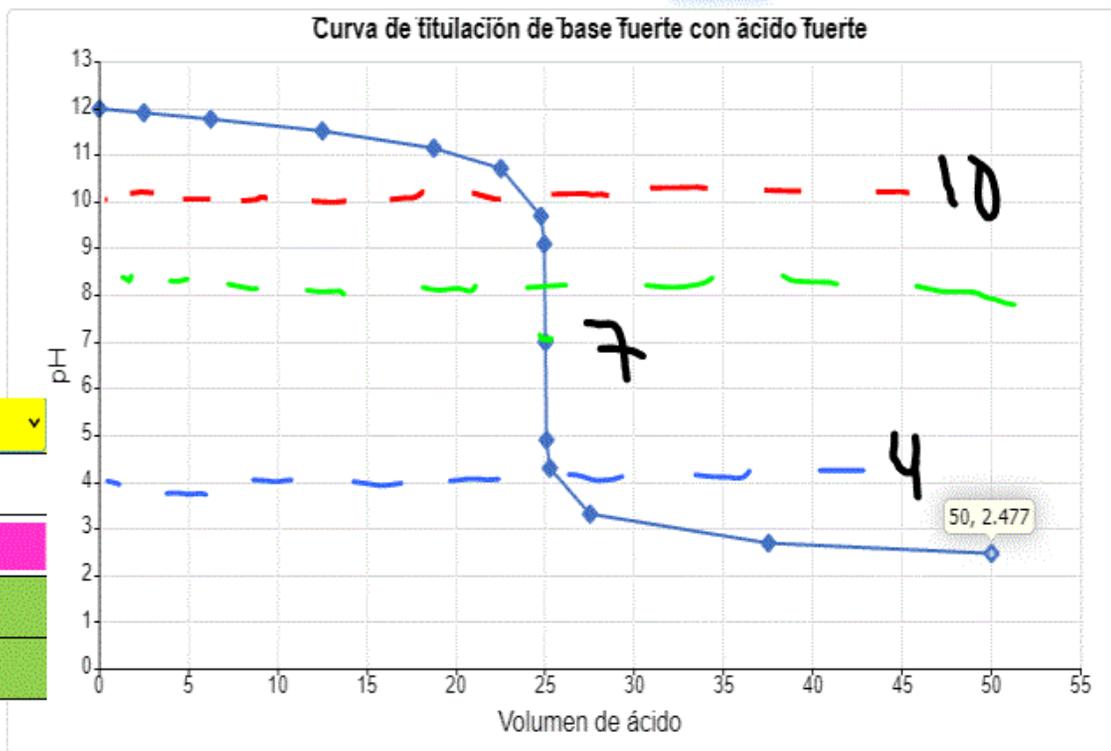
Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



Base		Ácido			
concentración (M)	mL de base	mmol de base	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25

Curva de titulación de base fuerte con ácido fuerte



Indicador	Fenolftaleína
Coloración ácida	Incoloro
Coloración básica	Rosa
Lim. Inferior (pH)	8
Lim. Superior (pH)	9.6

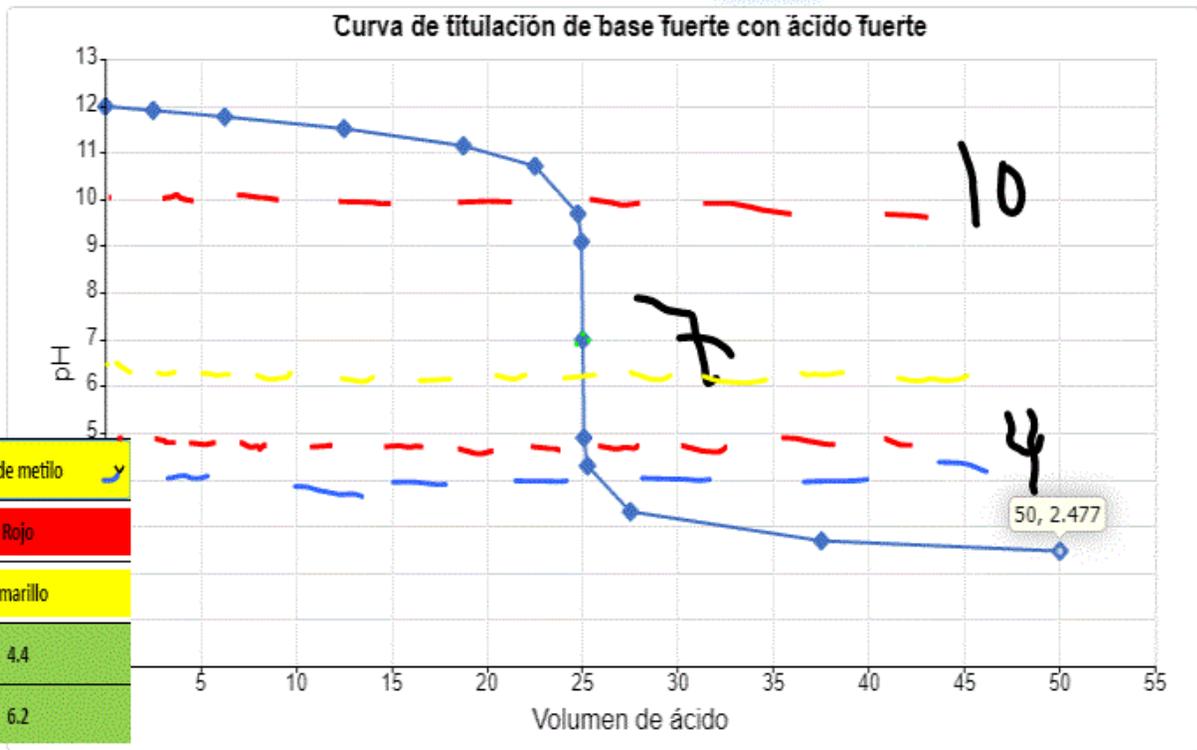
Dr Juan Carlos Vazquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



Base			Ácido		
concentración (M)	mL de base	mmol de base	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25



Indicador	Rojo de metilo
Coloración ácida	Rojo
Coloración básica	Amarillo
Lim. Inferior (pH)	4.4
Lim. Superior (pH)	6.2

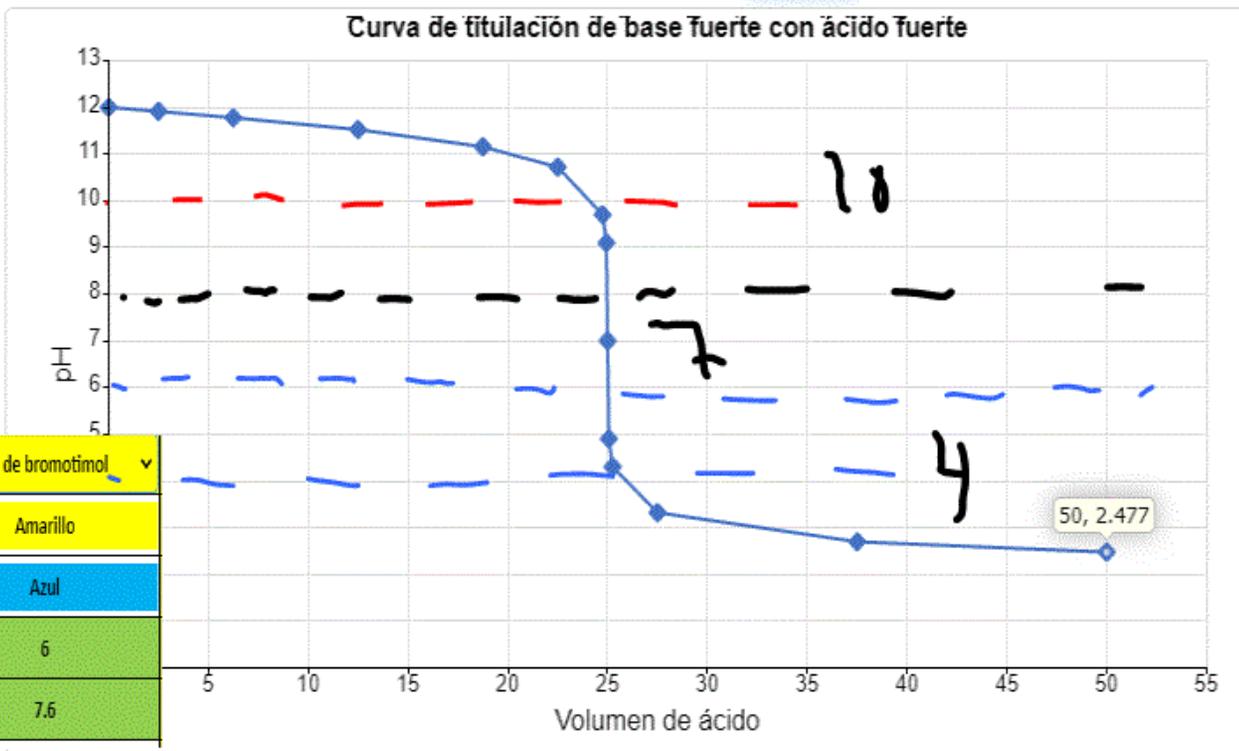
Dr Juan Carlos Vazquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

Instrucciones: llenar las celdas de color verde, puede cambiar el valor de Kw por otro disolvente anfiprótico o por cambio de temperatura



Base			Ácido		
concentración (M)	mL de base	mmol de base	concentración (M)	Kw	Punto de equivalencia (mL)
0.01	25	0.25	0.01	1E-14	25



Indicador	Azul de bromotimol
Coloración ácida	Amarillo
Coloración básica	Azul
Lím. Inferior (pH)	6
Lím. Superior (pH)	7.6

Dr Juan Carlos Vazquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

ácido débil base Fte
 $pK_a = 5$ $10^{-2} M$

$$\frac{K_a}{C_0} = \frac{10^{-5}}{10^{-2}} = 10^{-3}$$

$$\frac{K_a}{C_0} \ll 10^{-2}$$

débil
ácido



Inicio C_0

Ag $x C_0$

APÉ $C_0(1-x) \sim 0$ $x C_0$

PE ϵC_0 ϵC_0 C_0

DPE ~ 0 $C_0(x-1)$ C_0



$$= \frac{K_a}{K_w} = \frac{10^{-5}}{10^{-14}} = 10^9$$

$$\text{pe. } K_r = \frac{C_0}{\epsilon C_0 \{C_0\}} = \frac{1}{\epsilon^2 C_0}$$

$$\xi^2 = \frac{1}{k_v c_0}$$

$$\xi = \sqrt{\frac{1}{k_v c_0}} = \sqrt{\frac{1}{10^9 \cdot 10^{-2}}}$$

$$\xi = \sqrt{\frac{1}{10^7}} = \sqrt{10^{-7}} = 10^{-7/2}$$

$$\xi = 10^{-3.5}$$

$$\begin{aligned} Q &= (1 - \varepsilon) 100 \\ &= (1 - 10^{-3.5}) 100 \\ &= 99.97 \end{aligned}$$



X	PH
0	ácido débil
0.5	amortiguador débil
1	base débil
1.5	base Fte
2	base Fte

$$X=1$$

$$K_a = 10^{-5}$$

$$\frac{K_b}{C_0} = \frac{10^{-9}}{10^{-2}} = 10^{-7} \text{ base débil}$$

$X=0$
ácido débil

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \frac{1}{2} \text{pK}_a - \frac{1}{2} \log C_a \\ &= \frac{1}{2} (5) - \frac{1}{2} \log 10^{-2} \\ &= 2.5 + 1 = 3.5 \end{aligned}$$

$$X = 0.5$$

Amort. débil

$$pH = pK_a + \log \frac{C_b}{C_a}$$

$$= pK_a + \log \frac{X C_0}{C_0(1-X)}$$

$$= pK_a + \log \frac{0.5 \cancel{C_0}}{\cancel{C_0} (1-0.5)}$$

$$pH = pK_a + \log \frac{0.5}{0.5} = pK_a = 5$$

$X=1$
base débil

$$\begin{aligned} \text{pH} &= \frac{1}{2} \text{p}K_w + \frac{1}{2} \text{p}K_a + \frac{1}{2} \log C_b \\ &= \frac{1}{2} (14) + \frac{1}{2} (5) + \frac{1}{2} \log 10^{-2} \\ &= 7 + 2.5 - 1 = 8.5 \end{aligned}$$

$$\lambda = 1.5$$

base fte

$$pH = 14 + \log C_b$$

$$= 14 + \log C_0(\lambda - 1)$$

$$= 14 + \log 10^{-2}(1.5 - 1)$$

$$= 14 + \log 5 \times 10^{-3}$$

$$= 14 - 3 + 0.7 = 11.7$$

$$x = 2$$

base 10

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 14 + \log C_b \\ &= 14 + \log C_0(x-1) \\ &= 14 + \log 10^{-2}(2-1) \\ &= 14 + \log 10^{-2} \\ &= 14 - 2 = 12 \end{aligned}$$

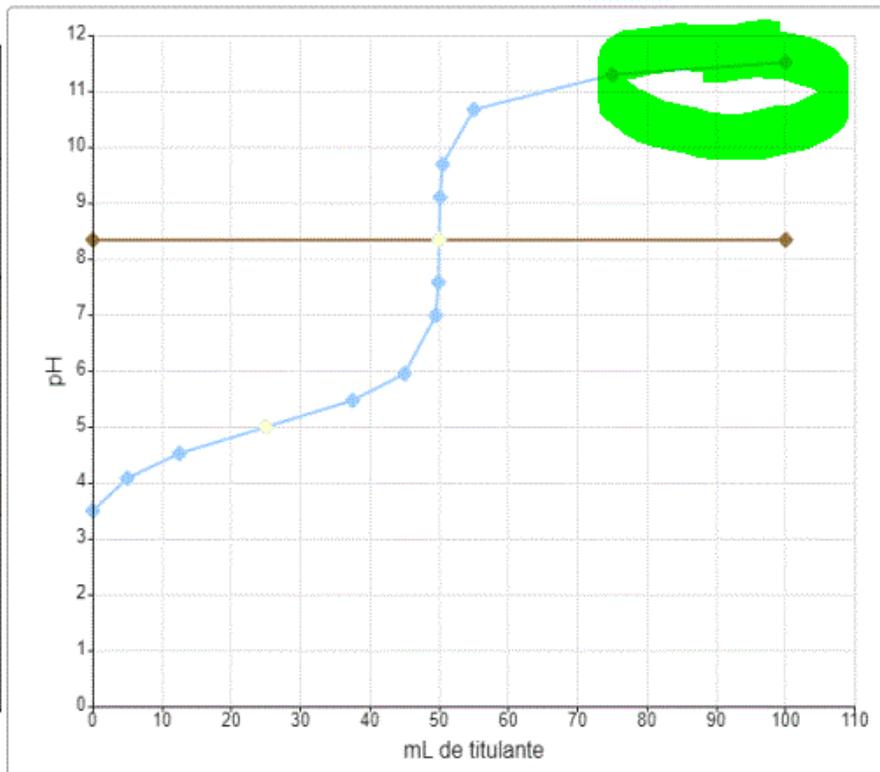
X	PH
0	3.5
0.5	5
1	8.5
1.5	11.7
2	12

Curva de titulación de ácido débil con ácido fuerte
 Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mmol/mL)	Va (mL)	mmol a	Cb (mmol/mL)	pKa	pKb	Kw
1.00e-2	50.00	0.5	1.00e-2	5.00	9.00	1.00e-14

X PH
 0 3.5
 0.5 5
 1 8.5
 1.5 11.7
 2 12

V Titulante (mL)	pH
0	3.51
5	4.09
12.5	4.53
25	5.00
37.5	5.48
45	5.96
49.5	6.99
49.875	7.59
50	8.35
50.125	9.11
50.5	9.70
55	10.68
75	11.30
100	11.52



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021
 Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

1.1. APE amortiguador

1.1. HA 99% A⁻

1.1. HA 100% A⁻

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= \text{pK}_a + \log \frac{[\text{b}]}{[\text{a}]} \\
 &= \text{pK}_a + \log \frac{10^{-2}}{10^{-2} (10^{-2})} \\
 &= 5 + \log \frac{10^{-2}}{10^{-4}}
 \end{aligned}$$

$$\text{pH} = 5 + \log \frac{10^{-2}}{10^{-4}}$$

$$= 5 + \log 10^2$$

$$= 7$$

1.1. PPE

$$\begin{aligned} 1.1. [H^+] &= 1.1. 10^{-2} \\ &= 10^{-2} \cdot 10^{-2} \\ &= 10^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} pH &= 14 + \log 10^{-4} \\ &= 14 - 4 = 10 \end{aligned}$$

	1.1. APE	1.1. DPE
pH	7	10

$$\text{pH } p.e. = \frac{10 + 7}{2}$$

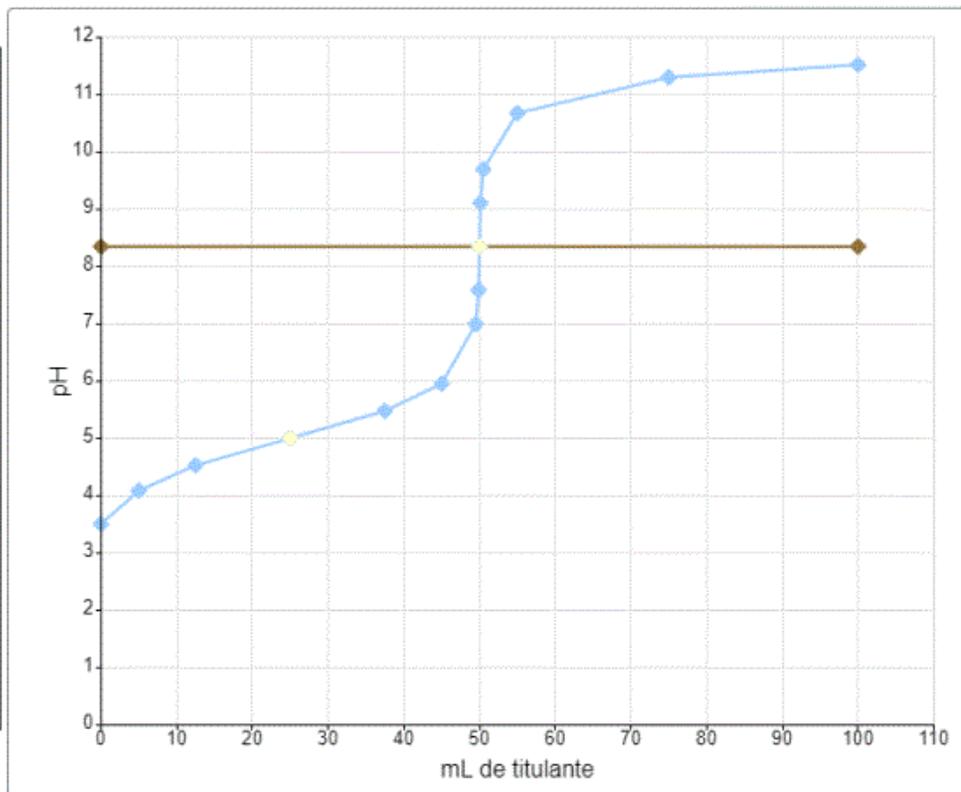
$$= 8.5$$

Curva de titulación de ácido débil con **ácido fuerte**

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mmol/mL)	Va (mL)	mmol a	Cb (mmol/mL)	pKa	pKb	Kw
1.00e-2	50.00	0.5	1.00e-2	5.00	9.00	1.00e-014

V Titulante (mL)	pH
0	3.51
5	4.09
12.5	4.53
25	5.00
37.5	5.48
45	5.96
49.5	6.99
49.875	7.59
50	8.35
50.125	9.11
50.5	9.70
55	10.68
75	11.30
100	11.52



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

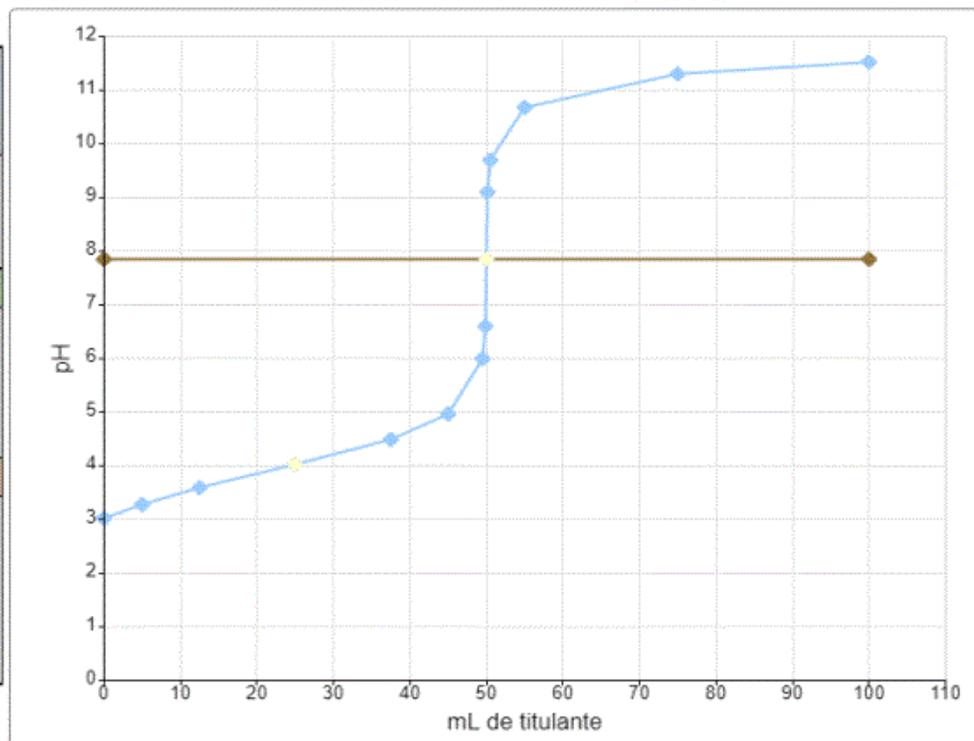
Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

Curva de titulación de ácido débil con ~~ácido fuerte~~

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mmol/mL)	Va (mL)	mmol a	Cb (mmol/mL)	pKa	pKb	Kw
1.00e-2	50.00	0.5	1.00e-2	4.00	10.00	1.00e-014

V Titulante (mL)	pH
0	3.02
5	3.27
12.5	3.59
25	4.02
37.5	4.49
45	4.96
49.5	6.00
49.875	6.60
50	7.85
50.125	9.10
50.5	9.70
55	10.68
75	11.30
100	11.52



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

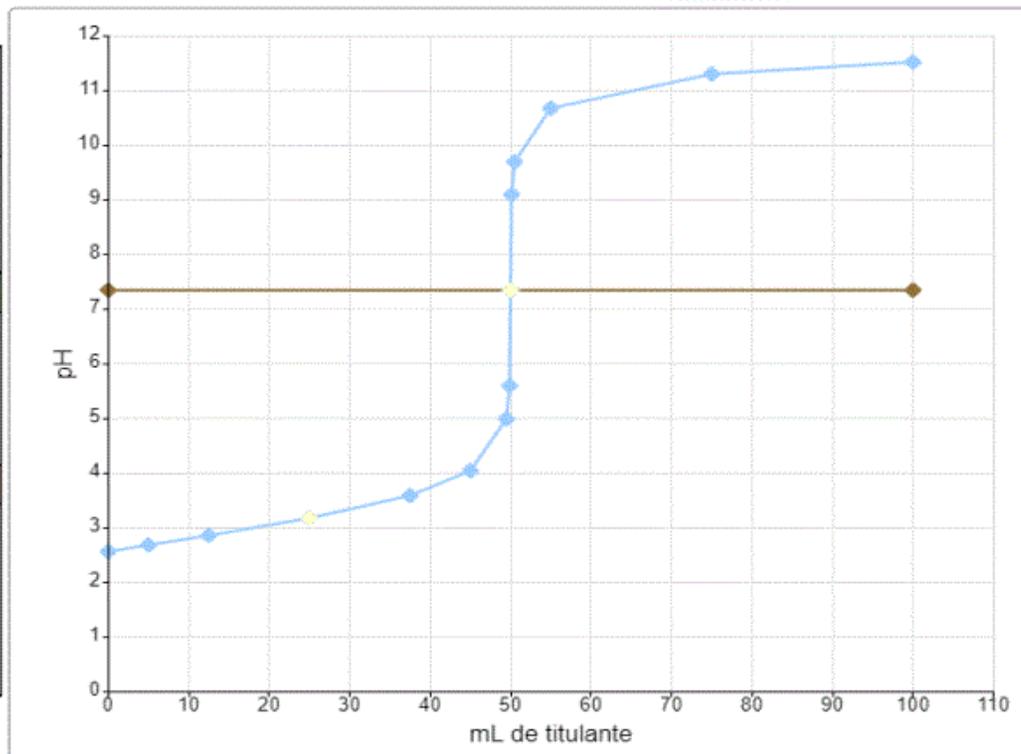
Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

Curva de titulación de ácido débil con ~~ácido débil~~ base fuerte

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mmol/mL)	Va (mL)	mmol a	Cb (mmol/mL)	pKa	pKb	Kw
1.00e-2	50.00	0.5	1.00e-2	3.00	11.00	1.00e-014

V Titulante (mL)	pH
0	2.57
5	2.69
12.5	2.86
25	3.18
37.5	3.59
45	4.04
49.5	5.00
49.875	5.60
50	7.35
50.125	9.10
50.5	9.70
55	10.68
75	11.30
100	11.52



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

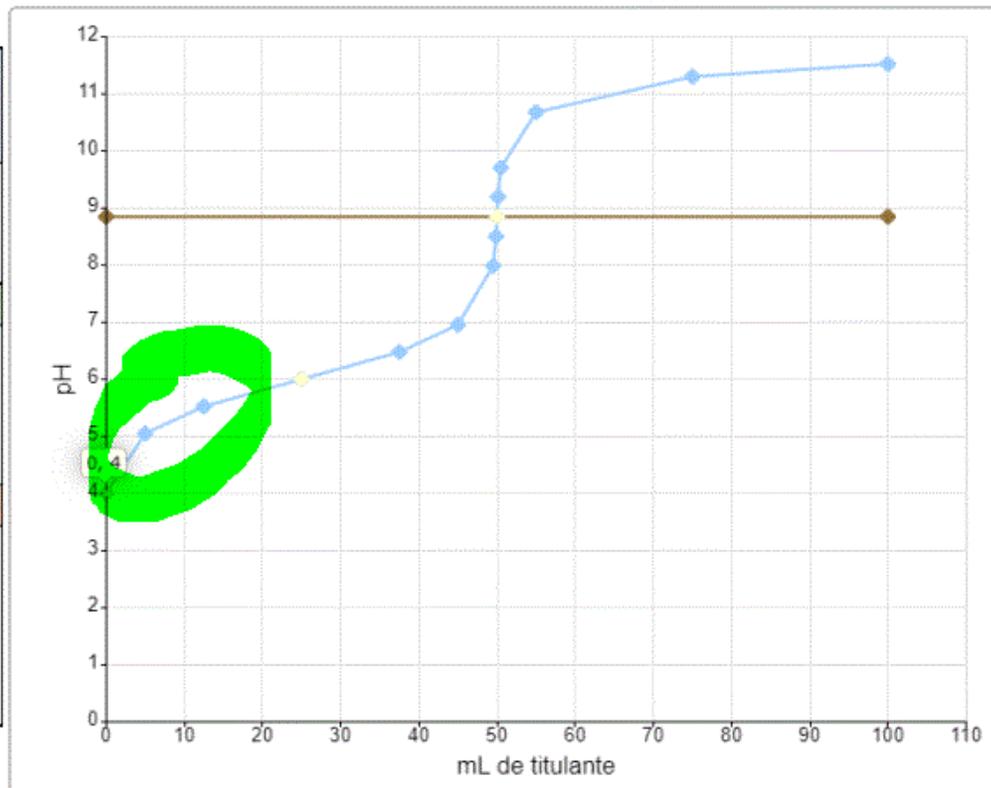
Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

Curva de titulación de ácido débil con ácido fuerte

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mmol/mL)	Va (mL)	mmol a	Cb (mmol/mL)	pKa	pKb	Kw
1.00e-2	50.00	0.5	1.00e-2	6.00	8.00	1.00e-014

V Titulante (mL)	pH
0	4.00
5	5.05
12.5	5.52
25	6.00
37.5	6.48
45	6.95
49.5	7.99
49.875	8.50
50	8.85
50.125	9.20
50.5	9.71
55	10.68
75	11.30
100	11.52



Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

Bitartrato de potasio



ácido
Ftálico

$$pK_{a1} = 2.95$$

$$pK_{a2} = 5.5$$



Diagrama de distribución de especies

Instrucción: Insertar pKa en las celdas de color amarillo

Si desea obtener un diagrama para ácido monoprótico solo llenar pKa6, en las otras celdas introducir valores negativos

pKa1	pKa2	pKa3	pKa4	pKa5	pKa6	número de anfolitos = $pK_{a5} - 1$
-11	-12	-19	-4	-4	5	

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518

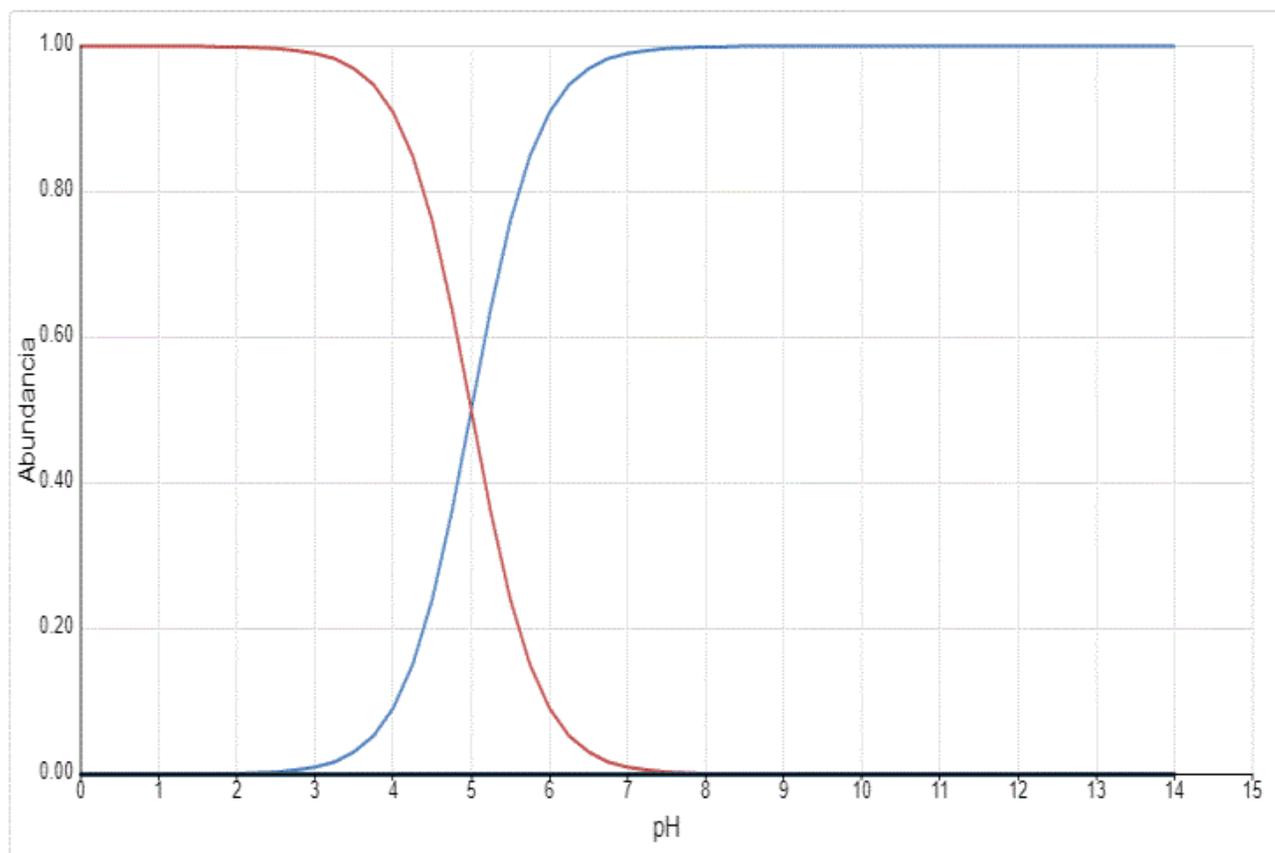




Diagrama de distribución de especies

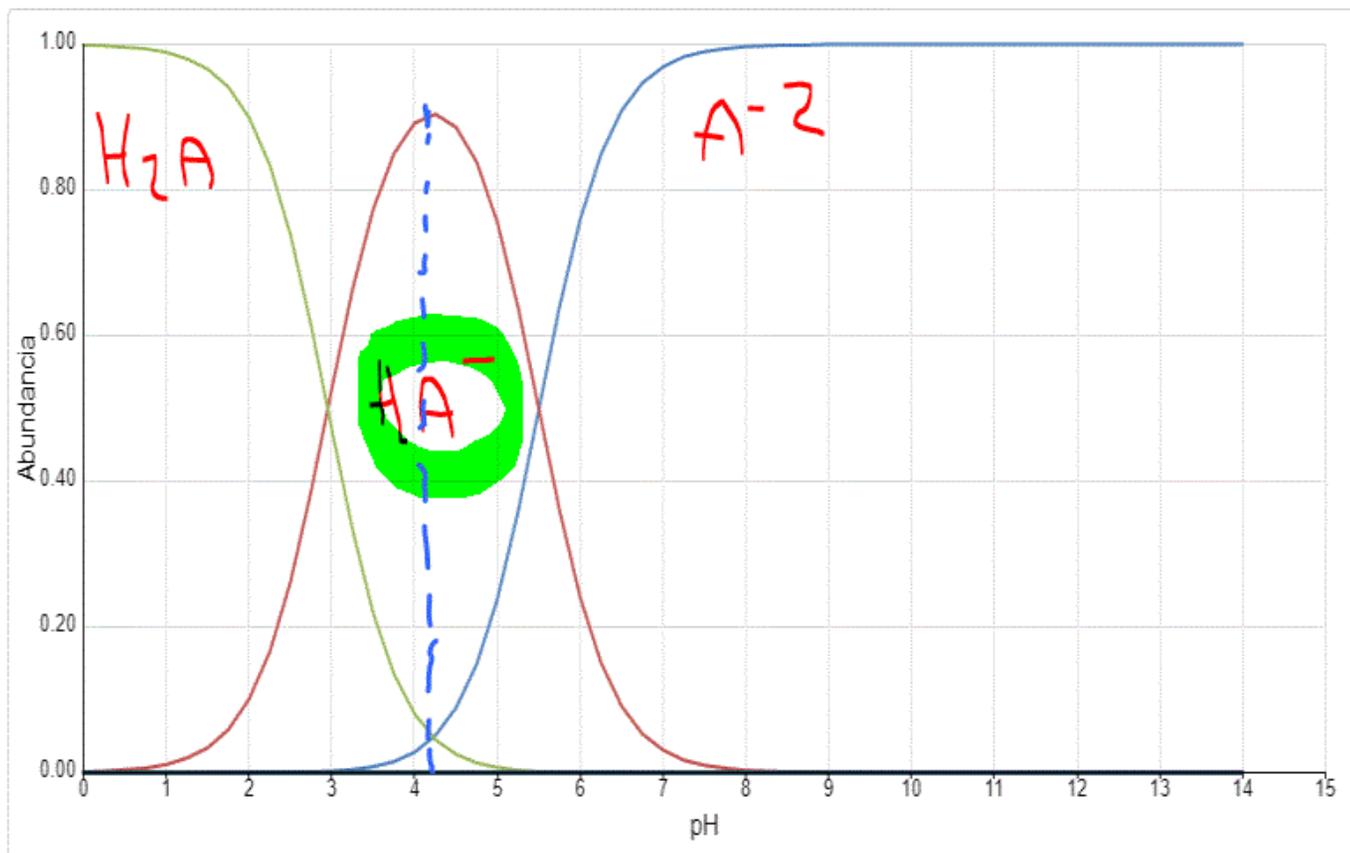
Instrucción: Insertar pKa en las celdas de color amarillo

Si desea obtener un diagrama para ácido monoprótico solo llenar pKa6, en las otras celdas introducir valores negativos

pKa1	pKa2	pKa3	pKa4	pKa5	pKa6	número de anfolitos = pKa5-1
-11	-12	-19	-4	2.95	5.5	

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2018

Con apoyo de DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202518



PH anfolito

$$PH = \frac{pK_{a1} + pK_{a2}}{2}$$

$$= \frac{2.95 + 5.5}{2}$$

$$= 4.225 \quad \checkmark$$

Anfólito - base Fte



Ag $\quad \quad \quad x C_0$

APε $C_0(1-x) \quad \sim 0 \quad \quad x C_0$

PE $\quad \quad \quad \varepsilon C_0 \quad \quad \varepsilon C_0 \quad \quad C_0$

DPE $\quad \quad \quad \sim 0 \quad \quad C_0(x-1) \quad \quad C_0$

X	PH
0	anfólito
0.5	Amortiguador débil
1	base débil
1.5	base Fte
2	base Fte