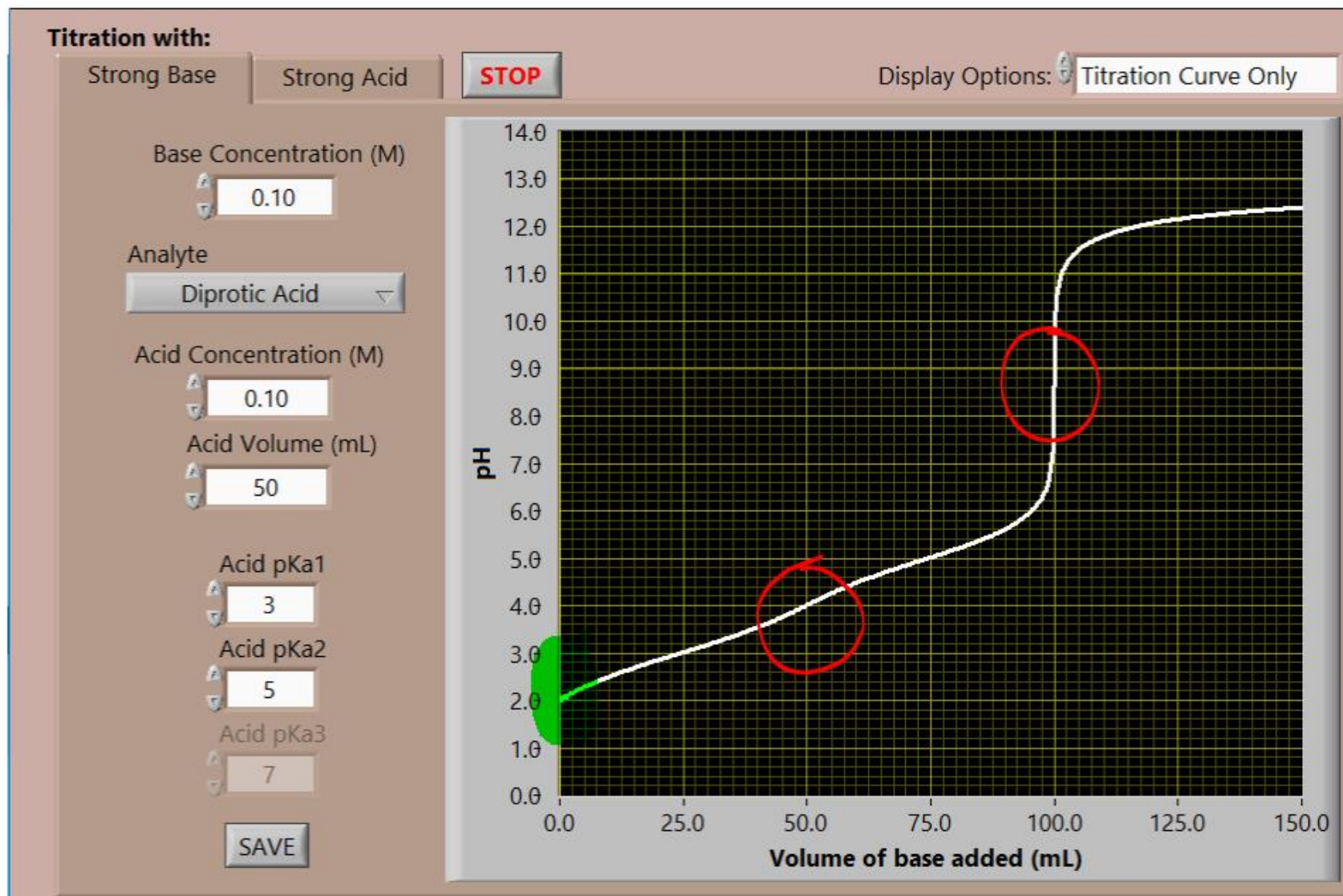
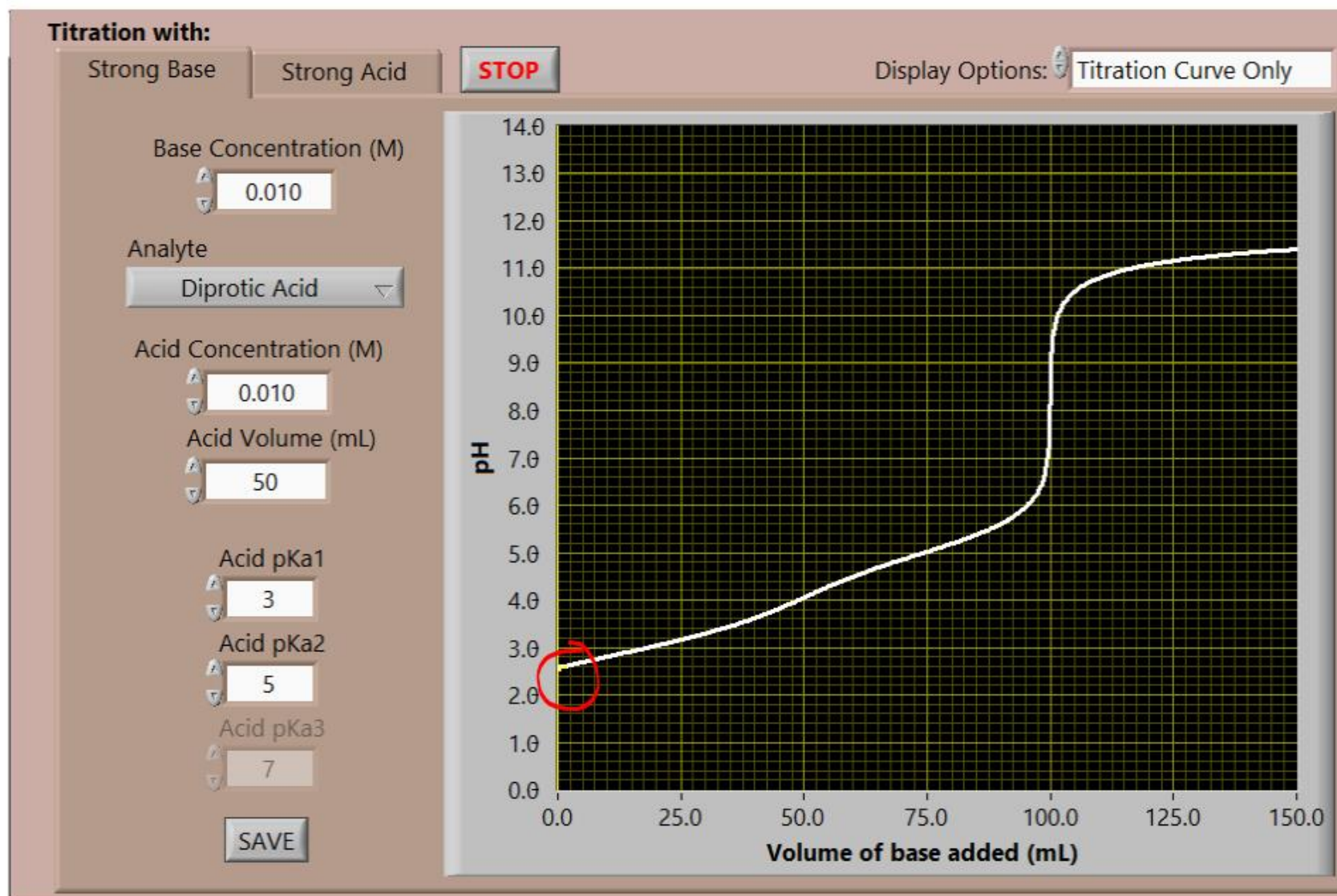


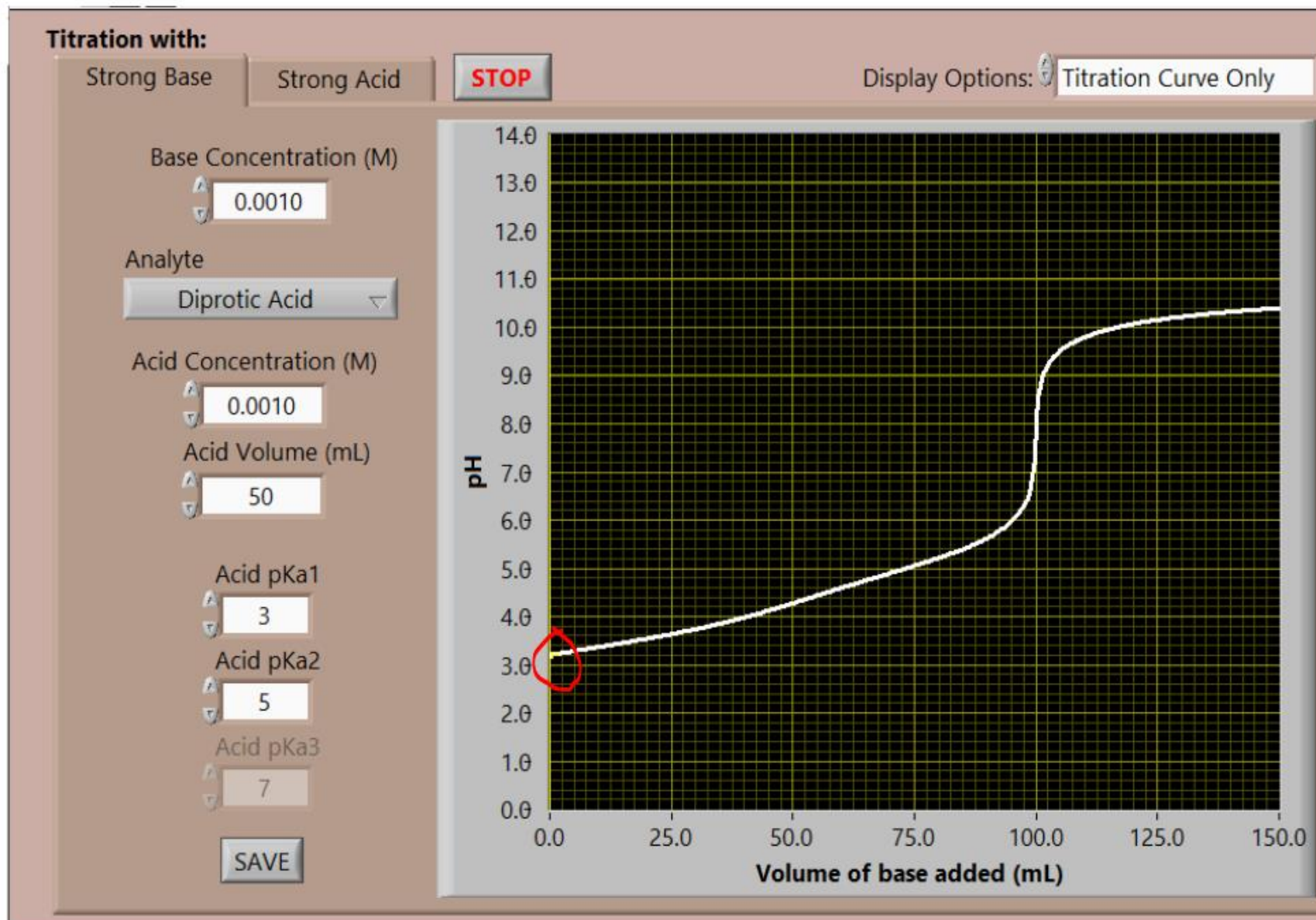
Clase 7 15 octubre 2021

Título de la nota

15/10/2021







$$pK_a = 3$$

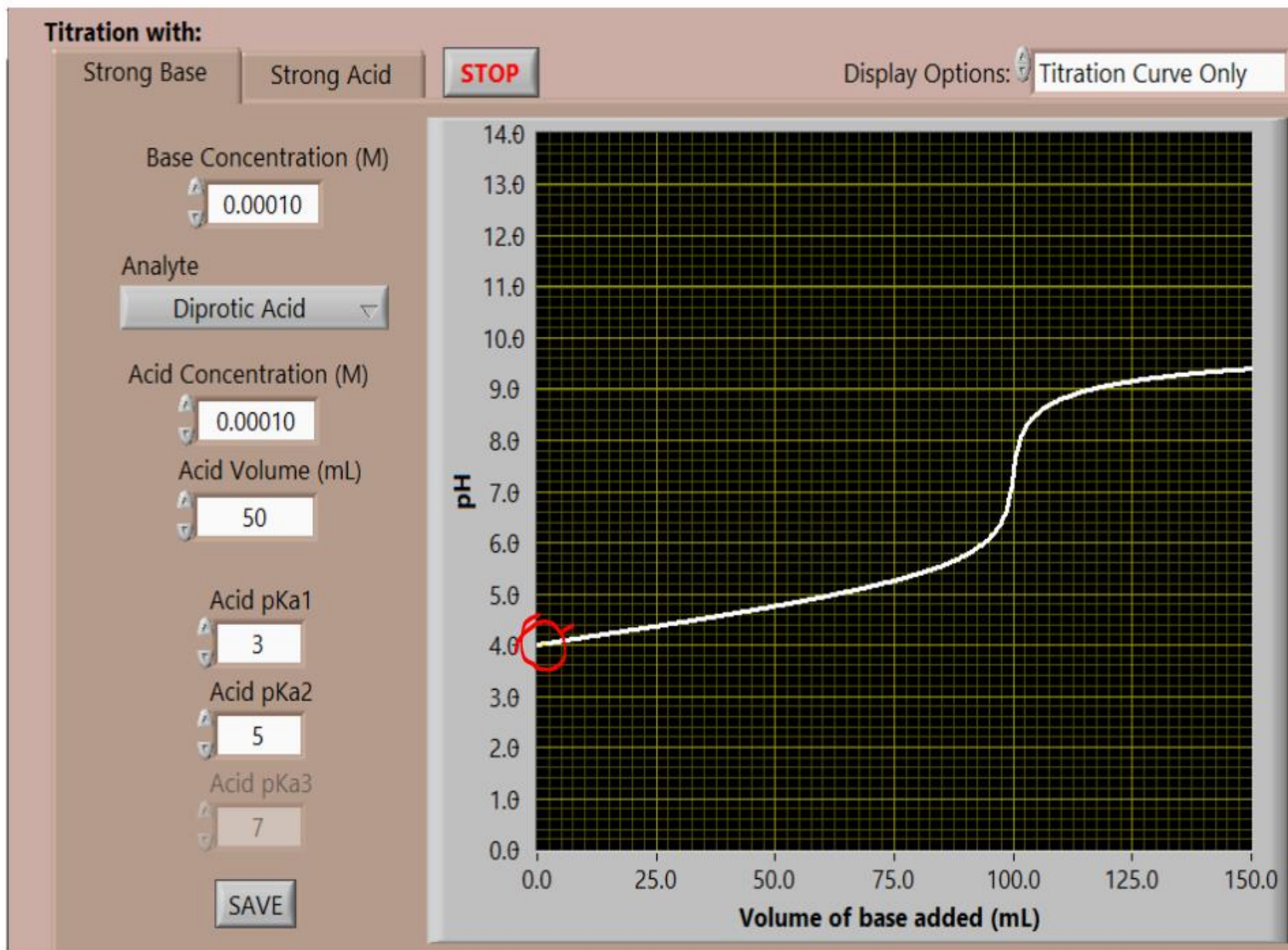
$$C_0 = 10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$$

$$\frac{K_a}{C_0} = \frac{10^{-3}}{10^{-1}} = 10^{-2}$$

Débil

$$\frac{K_a}{C_0} = \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = 10^0 = 1$$

Fza media



$$\frac{10^{-3}}{10^{-4}} = 10^1 \text{ ácido} \\ \text{FZe}$$

Fza media $10^{-1} - 10^1$
ácido

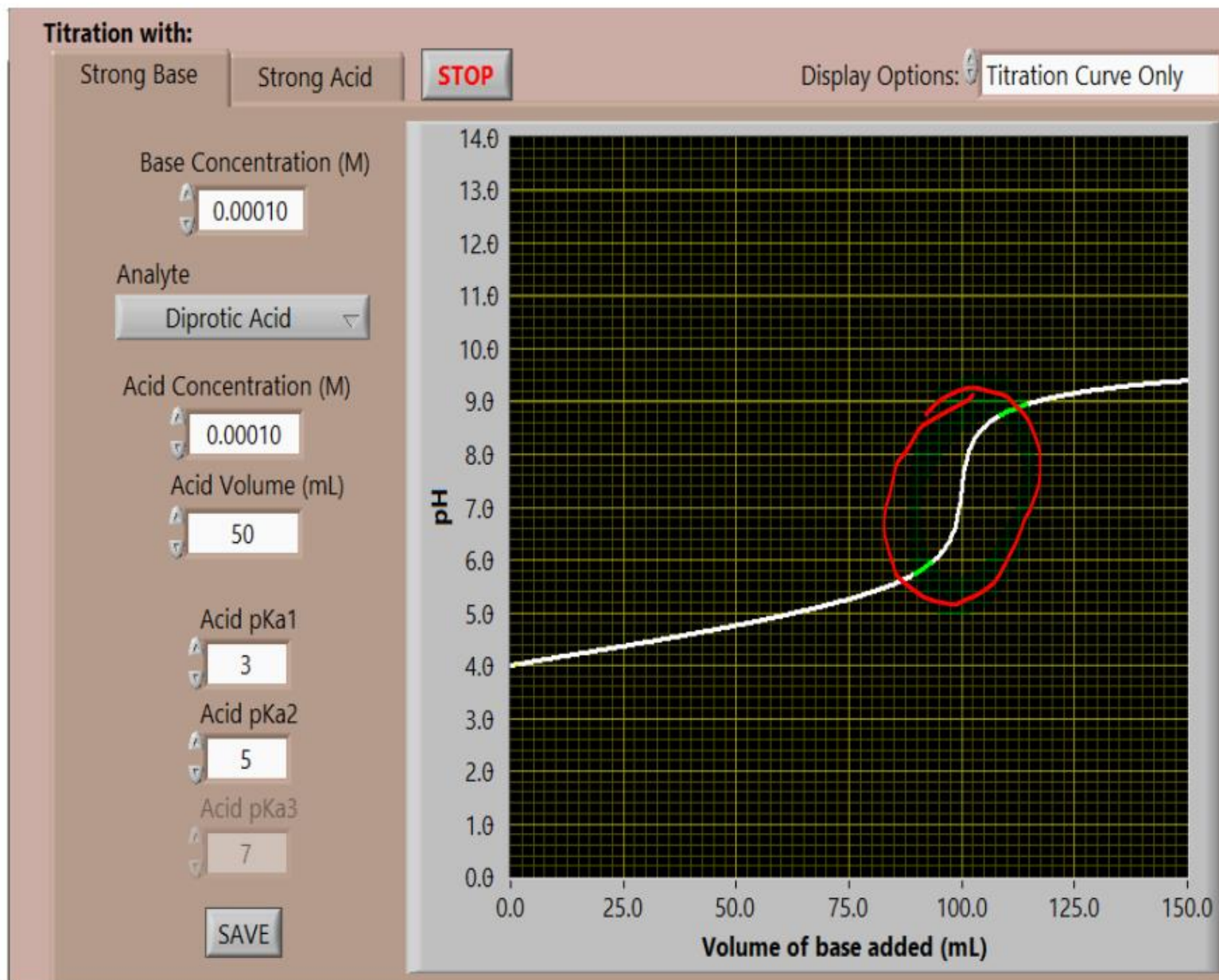
$$K_v = \frac{K_{az}}{K_w} = \frac{10^{-5}}{10^{-14}} = 10^9$$

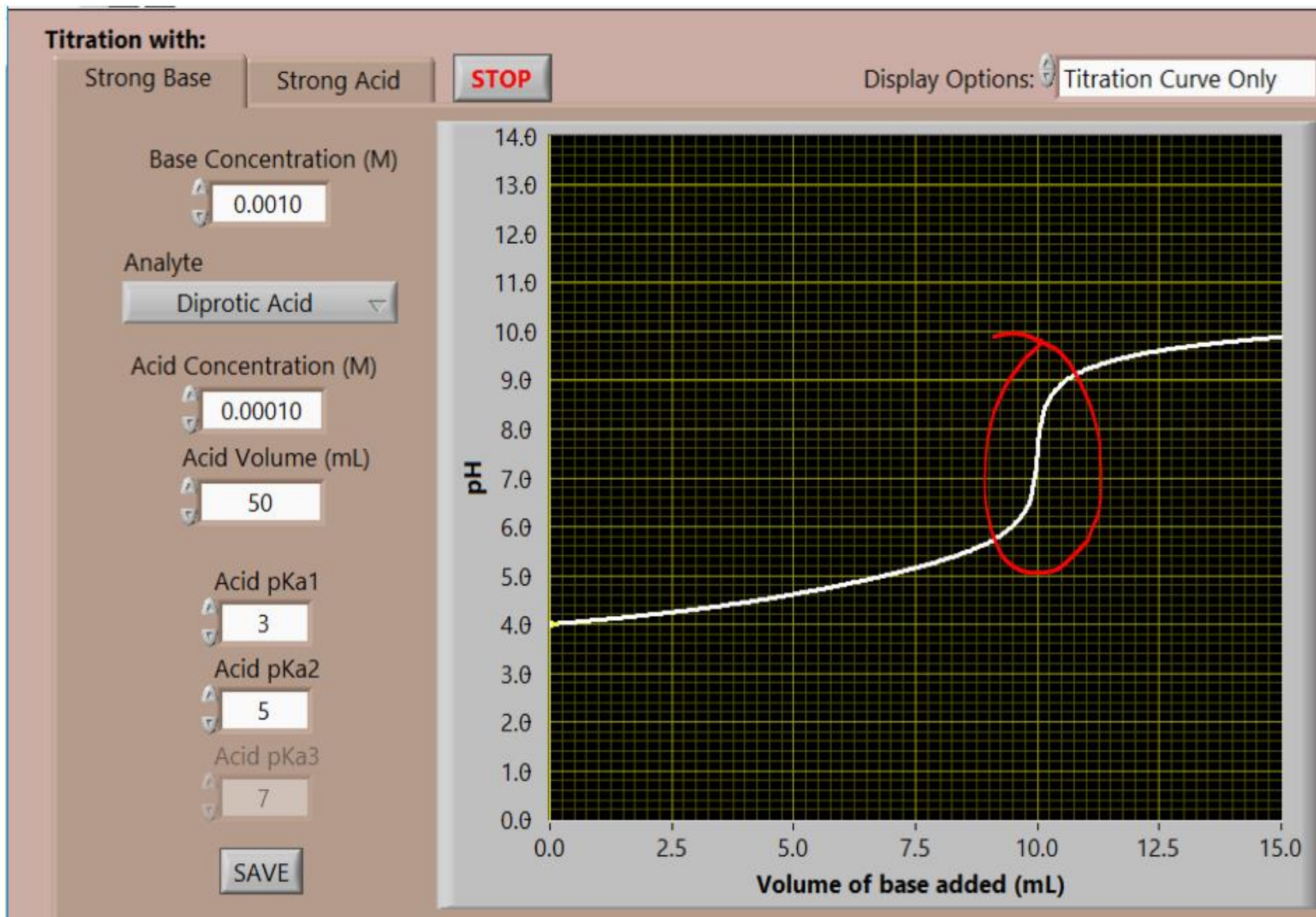
$$K_r = \frac{\cancel{C_0}}{\{C_0\} \{C_0\} \cancel{C_0}} = 10^9$$

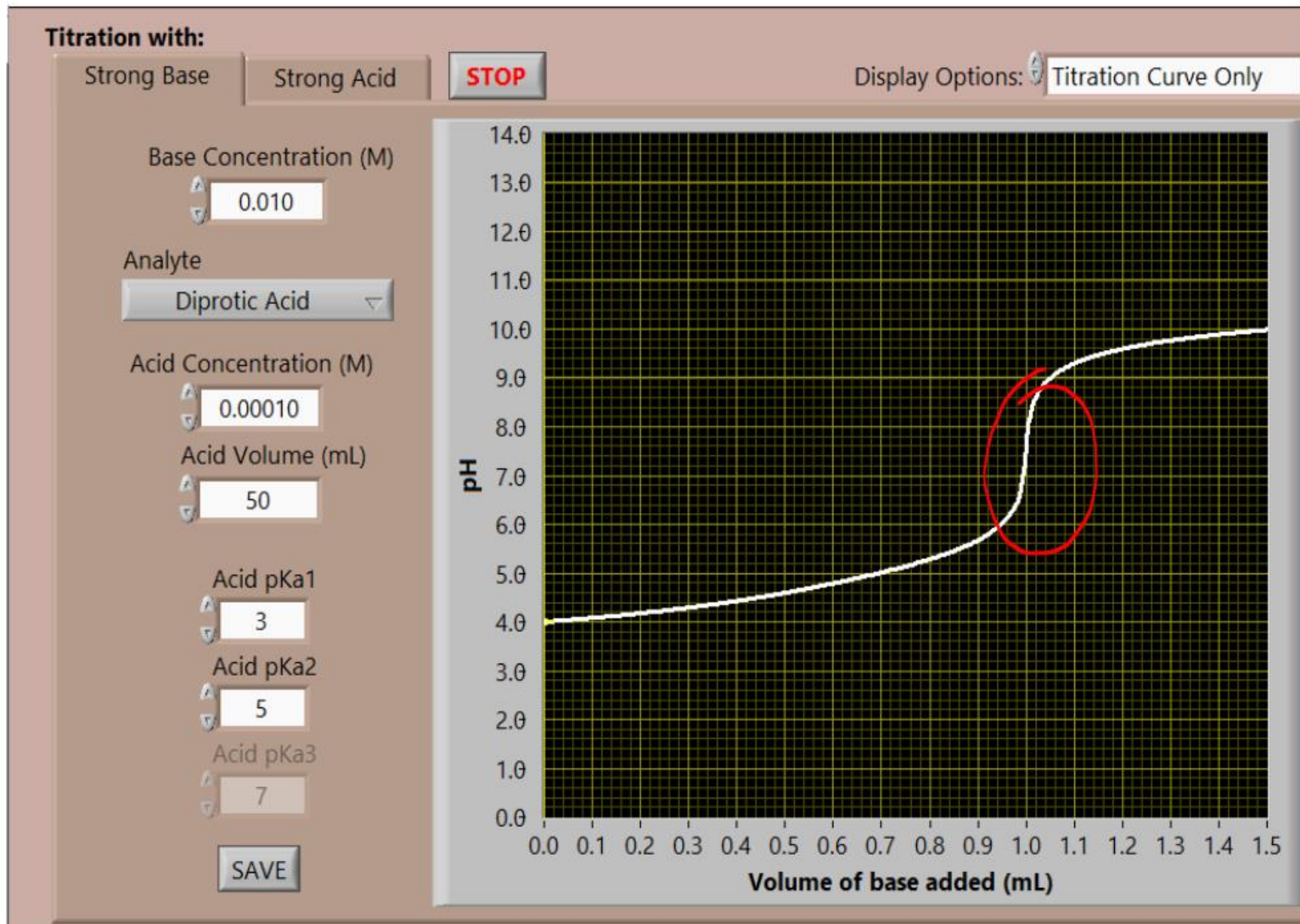
$$\epsilon = \sqrt{\frac{1}{\mu_r \epsilon_0}} = \sqrt{\frac{1}{10^9 \cdot 10^{-4}}}$$

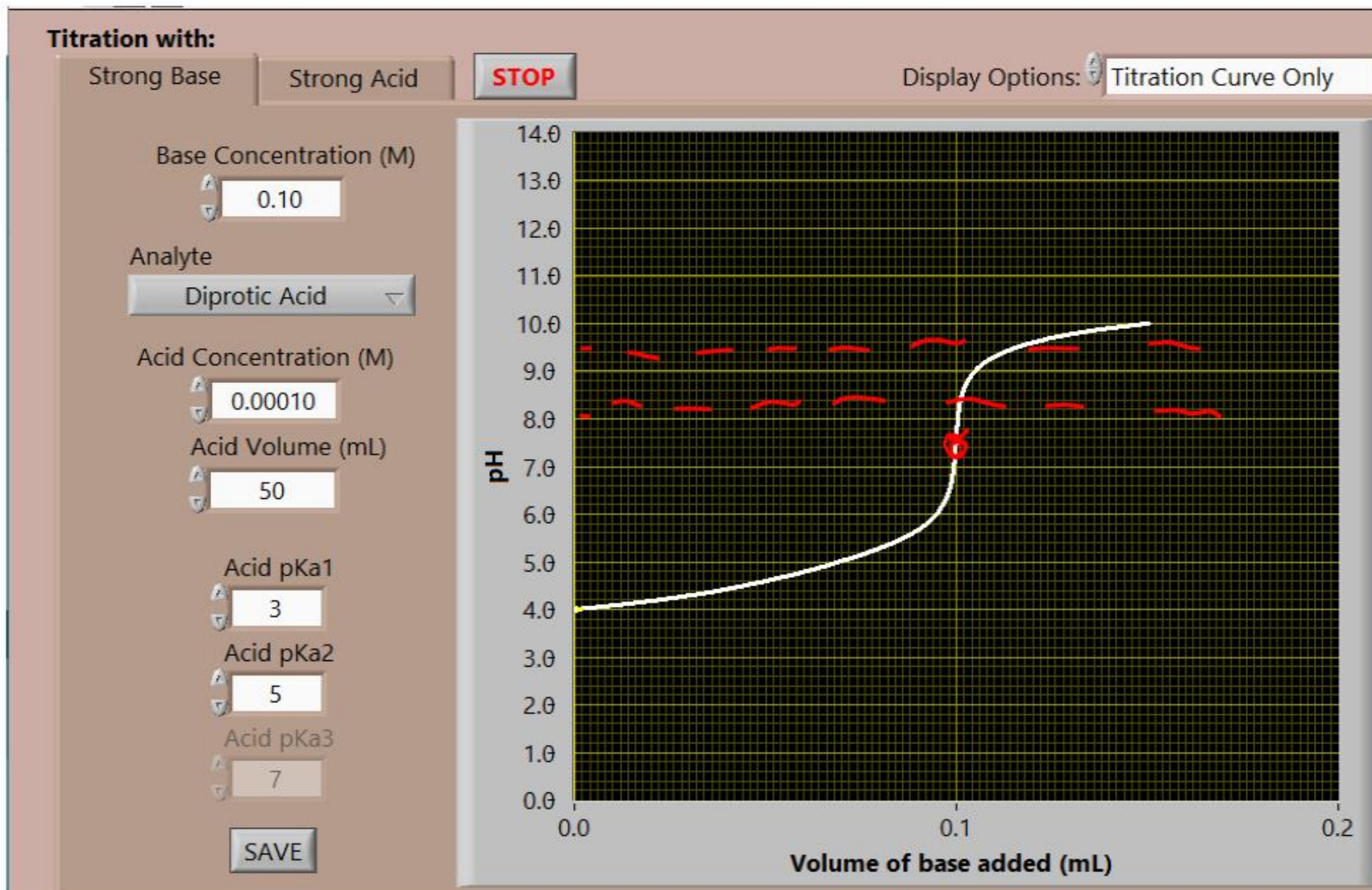
$$= \sqrt{10^{-5}} = 10^{-2.5}$$

$$\therefore Q = (1 - \epsilon)100 = 99.7\%$$







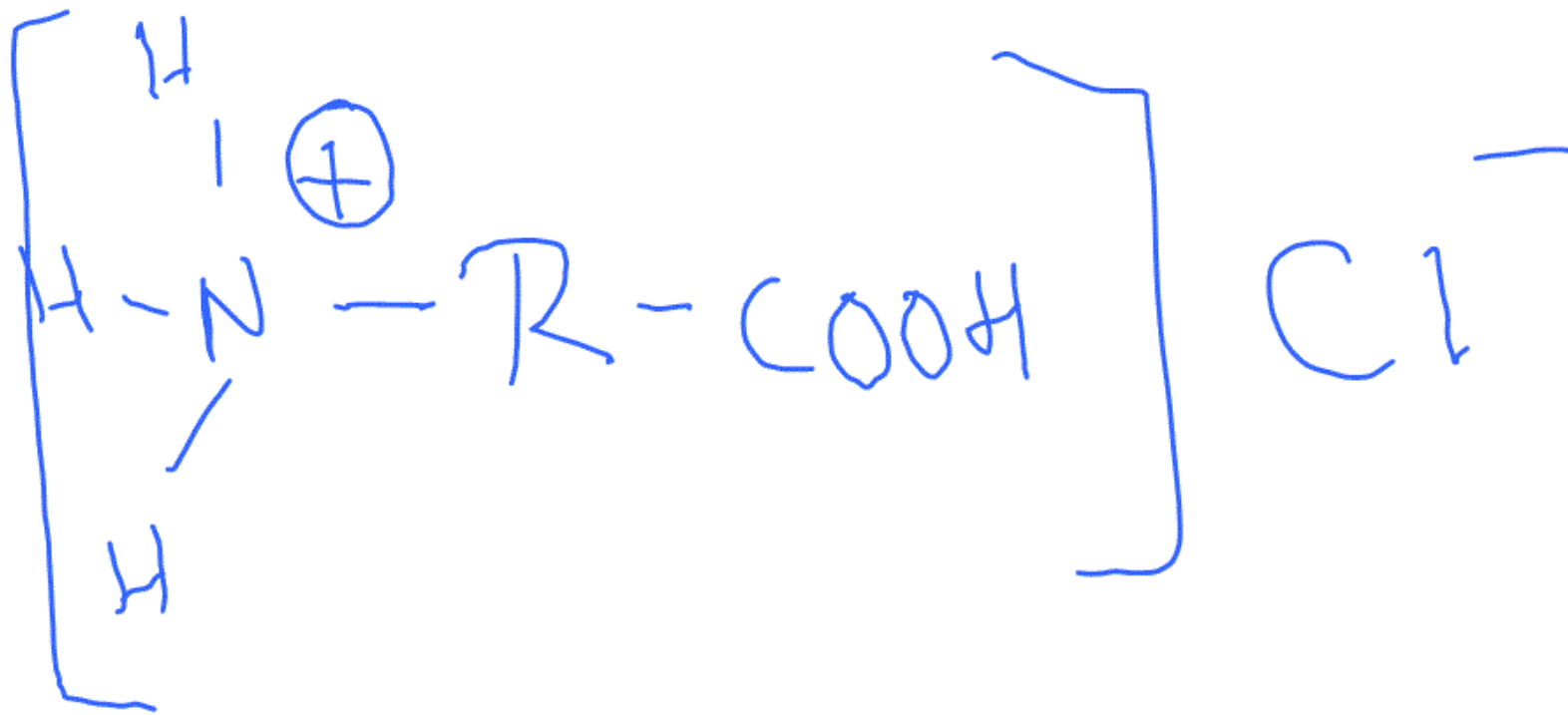


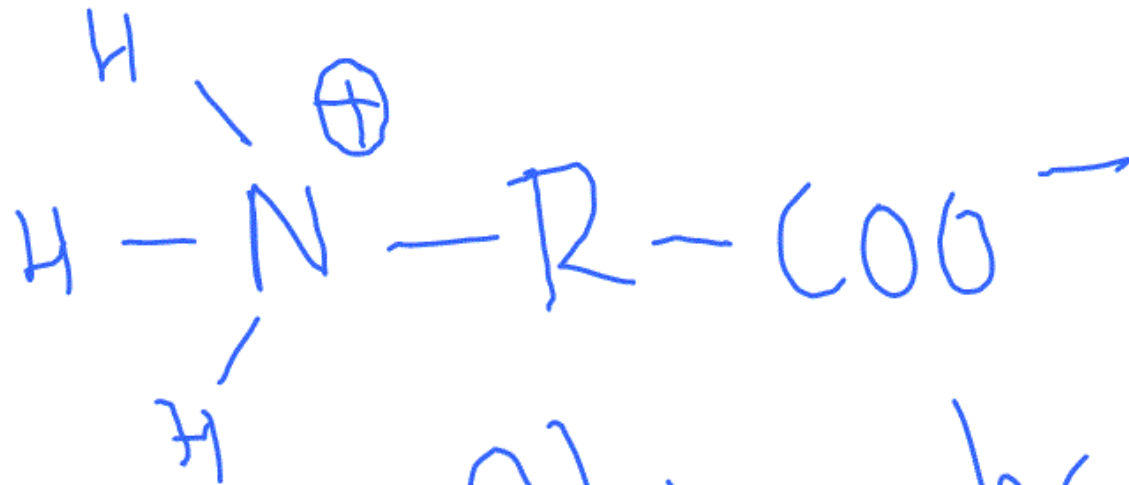


Baja solubilidad

punto isoelectrico

$$\text{pK}_{a1} = 3 \quad \text{pK}_{a2} = 5$$



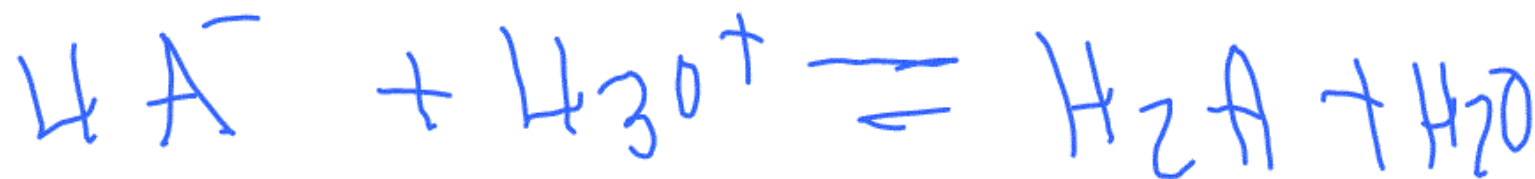


Alanina base

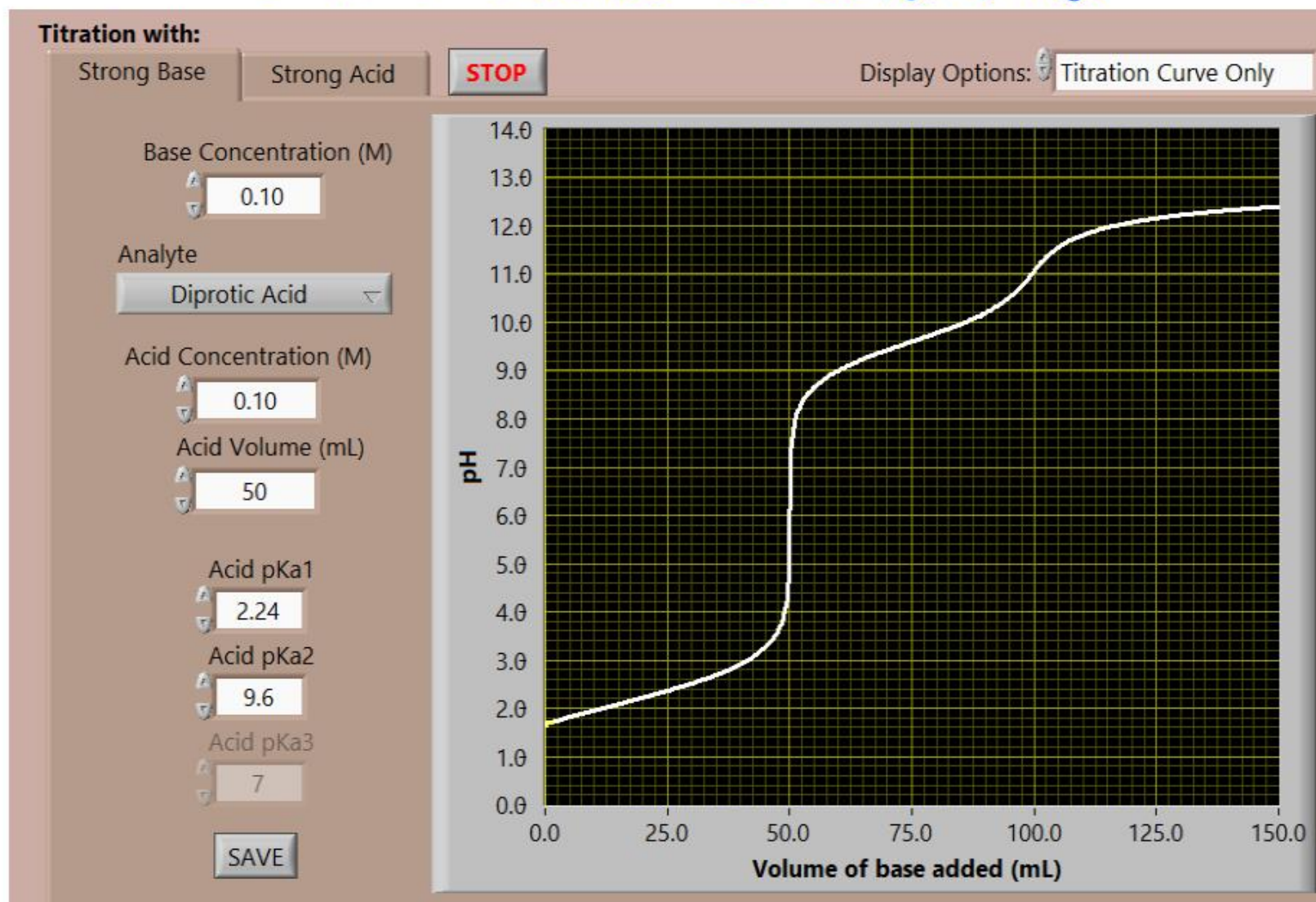
Amfólito



Alaninato



Clorhidrato de alanina



Alanina como anfólito

Anfólito-base fuerte Curva 1 Anfólito-ácido fuerte Curva 2

Titulación de anfólito con base fuerte

Instrucción: deslizar el control para ajustar la concentración, utilizar las listas desplegables para elegir anfólito y % error de indicador

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

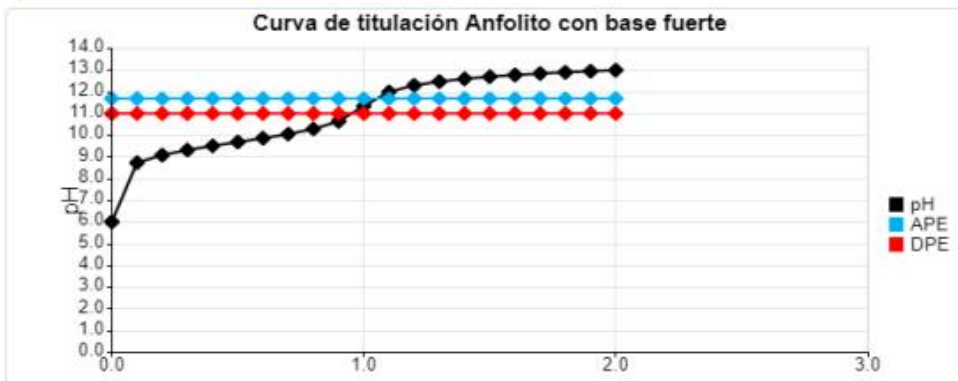
Origen del Anfólito	Alanina
Co (mol/L)	0.1000
pK_{a1}	2.3400
K_{a1}	4.5709e-3
pK_{a2}	9.6900
K_{a2}	2.0417e-10
pK_w	14.00
K_w	1.00e-14
Fuerza	2.04e-9
% error de indicador	1
[] con error	0.0010
pH Indicador APE	11.690
pH indicador DPE	11.000

Cuantitatividad	
Kr	2.0417e+4
ϵ	2.2131e-2
%Q	97.7869
No Cuantitativo	

Amortiguador débil



Fracción	pH	APE	DPE
0.00	6.0150	11.690	11.000
0.10	8.7358	11.690	11.000
0.20	9.0879	11.690	11.000
0.30	9.3220	11.690	11.000
0.40	9.5139	11.690	11.000
0.50	9.6900	11.690	11.000
0.60	9.8661	11.690	11.000
0.70	10.0580	11.690	11.000
0.80	10.2921	11.690	11.000
0.90	10.6442	11.690	11.000
1.00	11.3450	11.690	11.000
1.10	12.0000	11.690	11.000
1.20	12.3010	11.690	11.000
1.30	12.4771	11.690	11.000
1.40	12.6021	11.690	11.000
1.50	12.6990	11.690	11.000
1.60	12.7782	11.690	11.000
1.70	12.8451	11.690	11.000
1.80	12.9031	11.690	11.000
1.90	12.9543	11.690	11.000



Mute Participants 9 New Share Pause Share More

Alanina Como Anfólito

Titulación de anfólito con ácido fuerte

Instrucción: deslizar el control para ajustar la concentración, utilizar las listas desplegables para elegir anfólito y % error de indicador

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

Origen del Anfólito	Alanina
Co (mol/L)	0.1000
pKa ₁	2.3400
Ka ₁	4.5709e-3
pKa ₂	9.6900
Ka ₂	2.0417e-10
pKw	14.00
Kw	1.00e-14
Fuerza	2.04e-9
% error de indicador	1
[] con error	0.0010
pH Indicador APE	0.340
pH indicador DPE	3.000

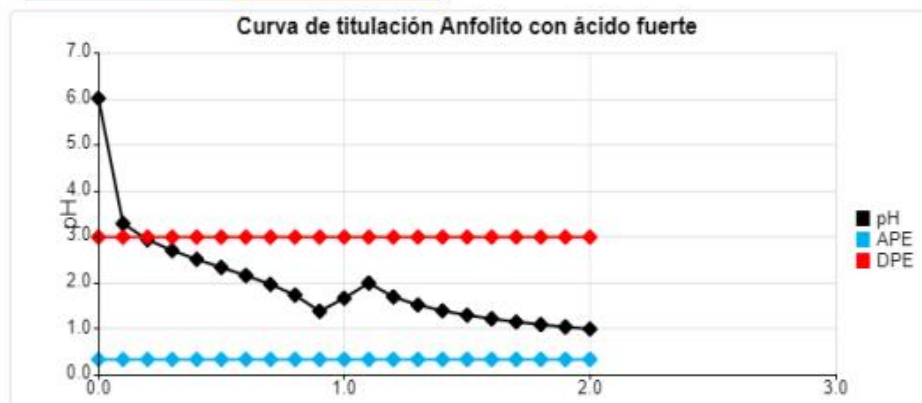
100

Cuantitatividad	
Kr	2.1878e+2
ε	2.1380e-1
%Q	78.6204
No Cuantitativo	

Amortiguador débil



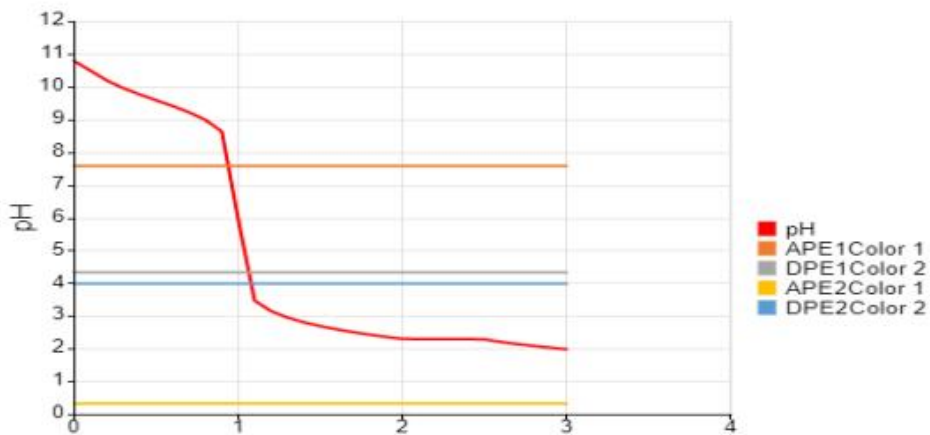
Fración	pH	APE	DPE
0.00	6.0150	0.340	3.000
0.10	3.2942	0.340	3.000
0.20	2.9421	0.340	3.000
0.30	2.7080	0.340	3.000
0.40	2.5161	0.340	3.000
0.50	2.3400	0.340	3.000
0.60	2.1639	0.340	3.000
0.70	1.9720	0.340	3.000
0.80	1.7379	0.340	3.000
0.90	1.3858	0.340	3.000
1.00	1.6700	0.340	3.000
1.10	2.0000	0.340	3.000
1.20	1.6990	0.340	3.000
1.30	1.5229	0.340	3.000
1.40	1.3979	0.340	3.000
1.50	1.3010	0.340	3.000
1.60	1.2218	0.340	3.000
1.70	1.1549	0.340	3.000
1.80	1.0969	0.340	3.000
1.90	1.0458	0.340	3.000
2.00	1.0000	0.340	3.000



Alaninato

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

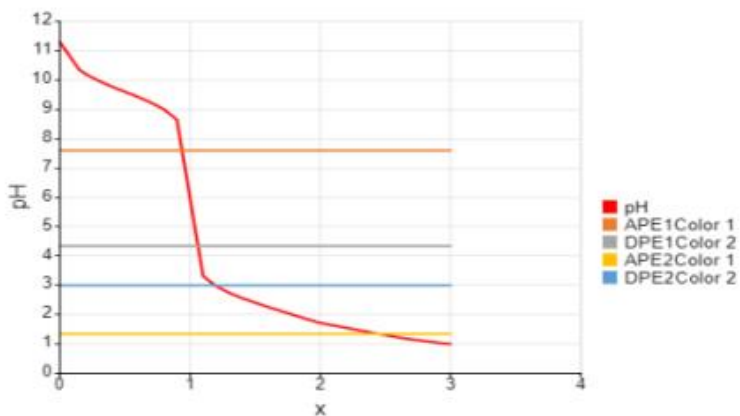
Disolvente	Agua	Cuantitatividad 1		Cuantitatividad 2		x	pH
Sustancia	Alaninato	Kr ₁	5.50e-8	Kr ₂	2.19e+2	0	10.800
Co	0.01	ε ₁	0.00023	ε ₂	0.67608	0.15	10.353
ka 2	2.51e-10	%Q ₁	99.9766	%Q ₂	32.3917	0.2	10.202
pka 2	9.60	Cuantitativo		No Cuantitativo		0.3	9.968
ka 1	4.57e-3	APE ₁ Color 1	DPE ₁ Color 2	APE ₂ Color 1	DPE ₂ Color 2	0.4	9.776
pka 1	2.34	7.60	4.34	0.34	4	0.5	9.600
pk disolvente	14					0.6	9.424
Fuerza	5.01e-4	Base débil				0.7	9.232
% error del indicador	1	Elección del indicador				0.8	8.998
[] con error	1.00e-4	Indicador		2,5-Dinitrofenol		0.9	8.646
pH Indicador APE ₁	7.60	Coloración ácida		Incoloro		1	5.970
pH Indicador DPE ₁	4.34	Coloración básica		Amarillo		1.1	3.483
pH Indicador APE ₂	0.34	Lim. Inferior (pH)		4		1.2	3.162
pH Indicador DPE ₂	4.00	Lim. Superior (pH)		5.8		1.3	2.965
						1.4	2.820
						1.5	2.704
						1.6	2.605
						1.7	2.520
						1.8	2.444
						1.9	2.376
						2	2.314
						2.5	2.301
						2.55	2.260
						2.6	2.222
						2.65	2.18



Mute Partic

Curva de titulación de una dibase con ácido fuerte
 Instrucciones: Seleccionar las opciones de las listas en las celdas de color amarillo, también puede modificar x.
 Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021
 Con apoyo del programa DGAPA-UNAM-PAPIME PE-202021

Disolvente	Agua	Cuantitatividad 1		Cuantitatividad 2		x	pH
Sustancia	Alaninato	Kr ₁	5.50e-8	Kr ₂	2.19e+2	0	11.300
Co	0.1	ε ₁	0.00023	ε ₂	0.21380	0.15	10.353
ka 2	2.51e-10	%Q ₁	99.9766	%Q ₂	78.6204	0.2	10.202
pka 2	9.60	Cuantitativo		No Cuantitativo		0.3	9.968
ka 1	4.57e-3	APE ₁ Color 1	DPE ₁ Color 2	APE ₂ Color 1	DPE ₂ Color 2	0.4	9.776
pka 1	2.34	7.60	4.34	1.34	3	0.5	9.600
pk disolvente	14					0.6	9.424
Fuerza	5.01e-5	Base débil				0.7	9.232
% error del indicador	1	Elección del indicador				0.8	8.998
[] con error	1.00e-3	Indicador		2,5-Dinitrofenol		0.9	8.646
pH Indicador APE ₁	7.60	Coloración ácida		Incoloro		1	5.970
pH Indicador DPE ₁	4.34	Coloración básica		Amarillo		1.1	3.318
pH Indicador APE ₂	1.34	Lim. Inferior (pH)		4		1.2	2.972
pH Indicador DPE ₂	3.00	Lim. Superior (pH)		5.8		1.3	2.746



1.4	2.566
1.5	2.408
1.6	2.261
1.7	2.120
1.8	1.981
1.9	1.846
2	1.716
2.5	1.301
2.55	1.260
2.6	1.222
2.65	1.187
2.67	1.174

Mute Participants 9 New Share Pause Share
 ID: 316-451-2030

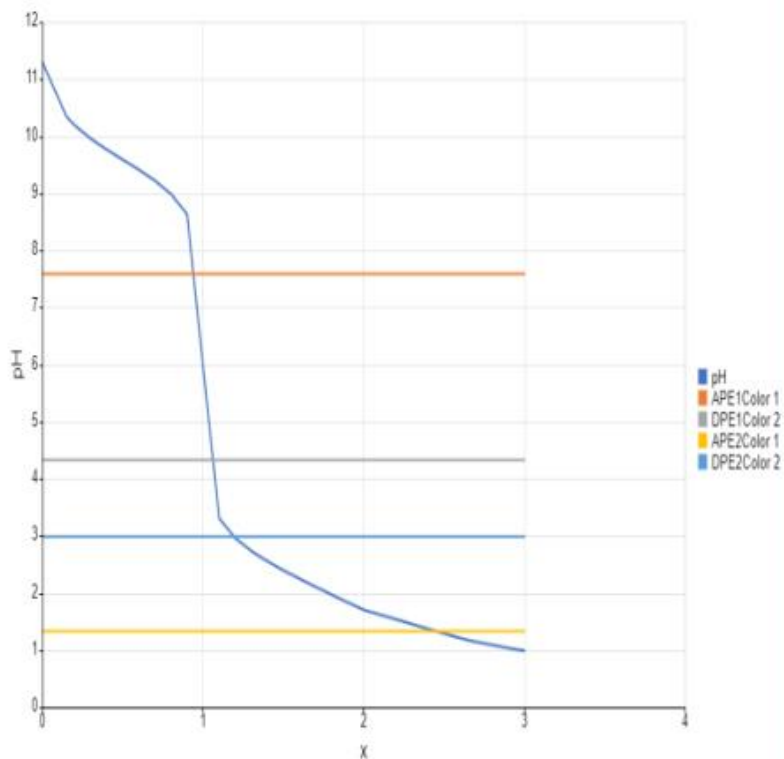
Alaninato

Clorhidrato

DIBASE-ÁCIDO FUERTE

Curva

Curva de titulación de una díbase con ácido fuerte



Titration with:

Strong Base

Strong Acid

STOP

Display Options: Titration Curve Only

Base Concentration (M)

0.10

Analyte

Diprotic Acid

Acid Concentration (M)

0.10

Acid Volume (mL)

50

Acid pKa1

2.24

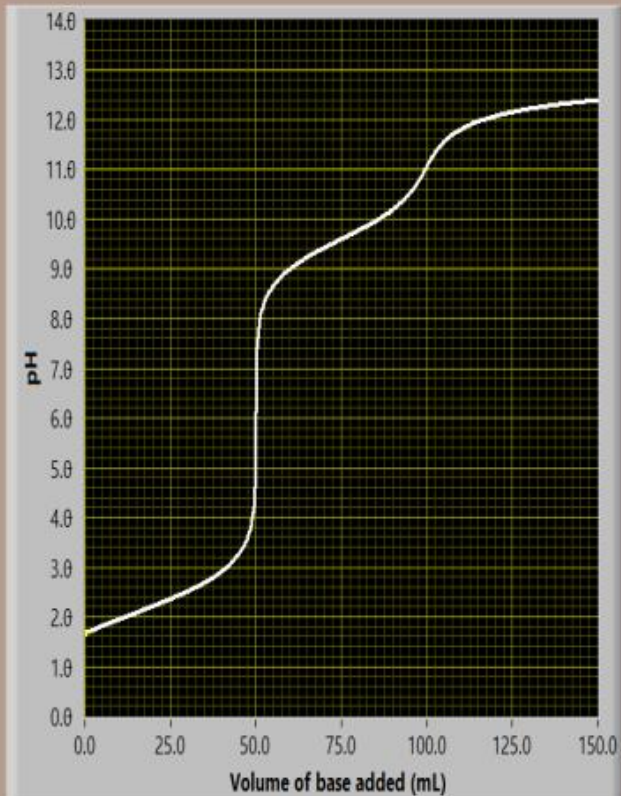
Acid pKa2

9.6

Acid pKa3

7

SAVE



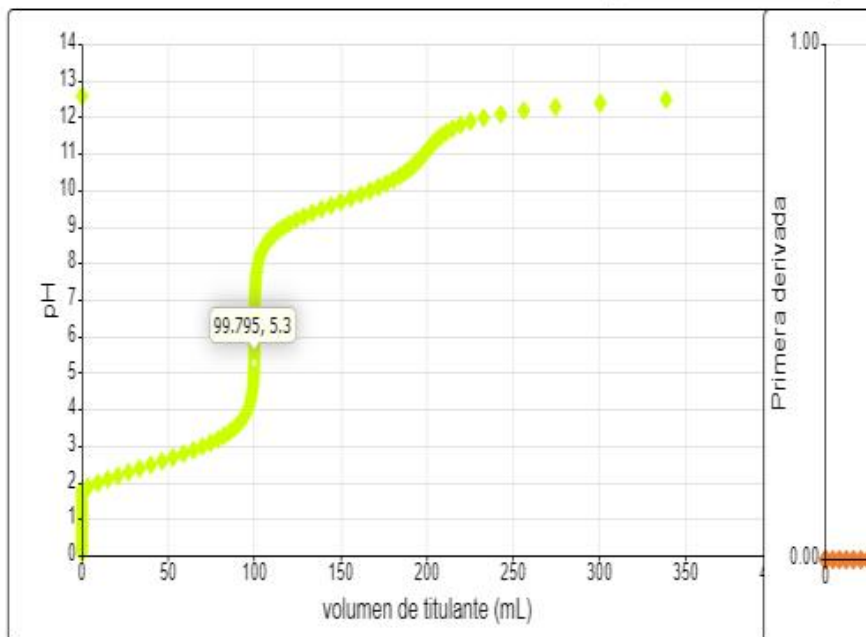
Titulaciones de poliácidos con base fuerte

Instrucción: deslizar el control para ajustar a los valores deseados (entre 0.1 y 0.01 M)

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

pK _{a1} = 2.6	pK _{a2} = 9.7	pK _{a3} =	Protonaciones	2
[ácido] (mol/L) 0.1000	[base] (mol/L) 0.1000	V ácido (mL)= 100.00		
			<input type="checkbox"/>	Primera derivada



Titration with: Strong Base | Strong Acid | STOP

Display Options: Titration Curve Only

Base Concentration (M): 0.10

Analyte: Diprotic Acid

Acid Concentration (M): 0.10

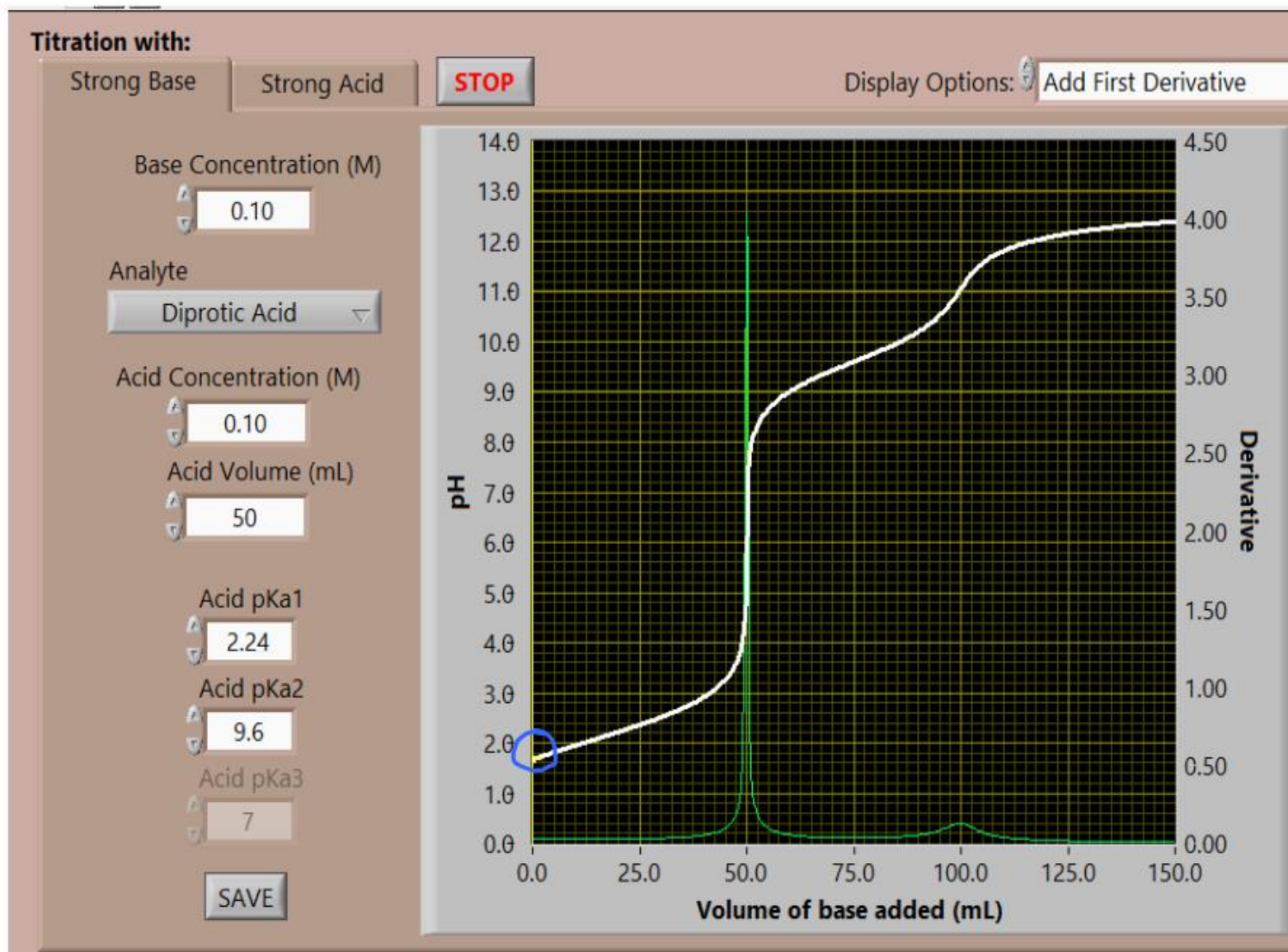
Acid Volume (mL): 50

Acid pKa1: 2.24

Acid pKa2: 9.6

Acid pKa3: 7

SAVE



Titulaciones

Curva

Primera derivada

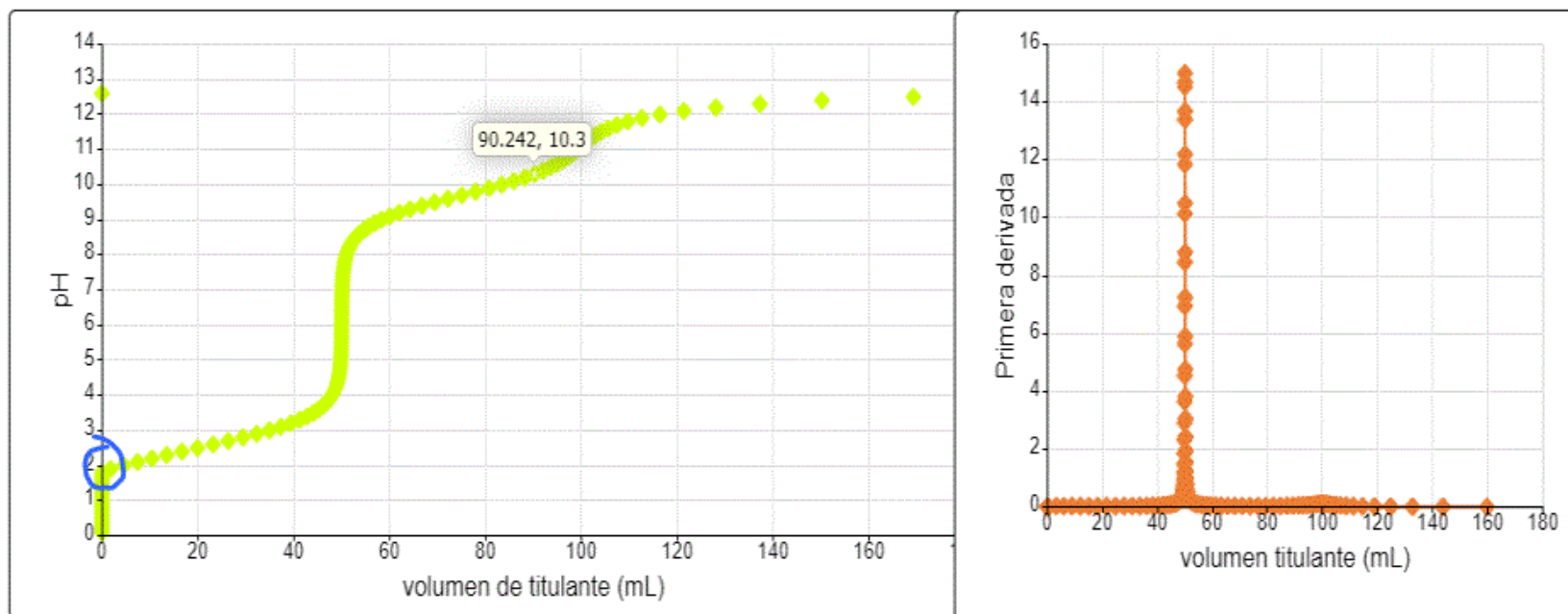
Titulaciones de poliácidos con base fuerte

Instrucción: deslizar el control para ajustar a los valores deseados (entre 0.1 y 0.01 M)

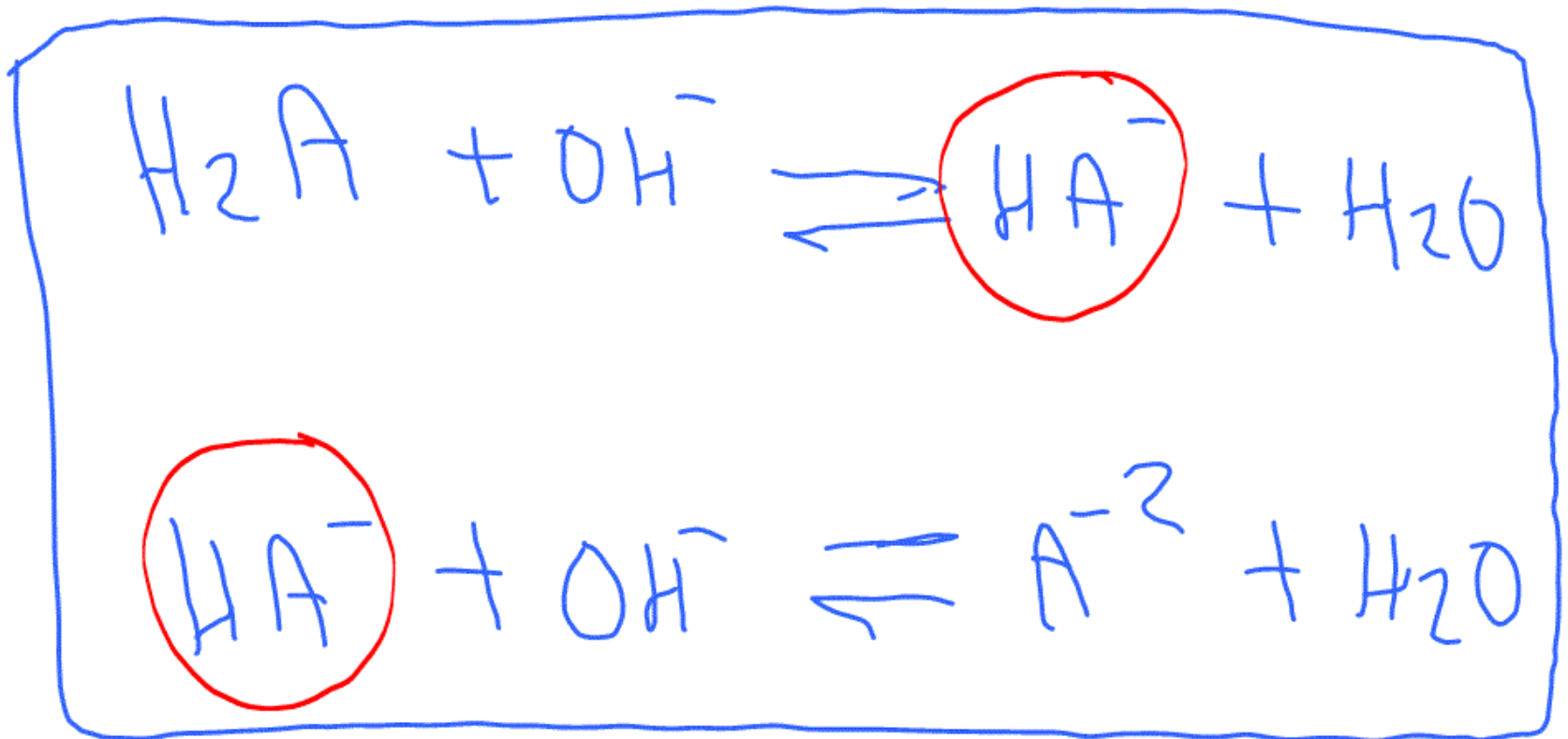
Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

$pK_{a1} =$	2.6	$pK_{a2} =$	9.7	$pK_{a3} =$		Protonaciones	2
[ácido] (mol/L)	0.1000	[base] (mol/L)	0.1000	V ácido (mL)=	50.00		
						<input checked="" type="checkbox"/>	Primera derivada



Diácido - base fte
clorhidrato de alanina





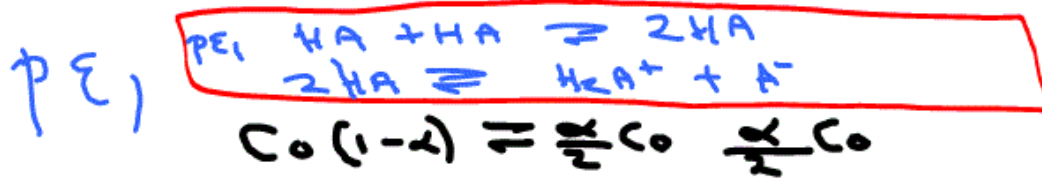
HA anfólito neutro



$$ini \quad C_0$$

$$Ay \quad X C_0$$

$$APE_1 \quad C_0(1-x) \sim 0 \quad X C_0$$



$$C_0(1-x')$$

$$X' C_0$$

$$PE_2 \quad \begin{array}{l} C_0 \\ C_0 \end{array} \quad \begin{array}{l} C_0 \\ C_0 \end{array}$$

$$DPE_2 \quad \sim 0 \quad C_0(x'-1) \quad C_0$$

$$K_{a2} = \frac{[H_2A^+][A^-][H_3O^+]}{[HA][HA][H_3O^+]} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}}$$

$$= \frac{\left(\frac{\alpha}{2} C_0\right) \left(\frac{\alpha}{2} C_0\right)}{[C_0(1-\alpha)]^2}$$

$$\frac{\alpha}{2} = \alpha \quad \alpha = 2\epsilon$$

$$K_{w,1} = \frac{\varepsilon c_0 \varepsilon c_0}{[c_0 (1 - 2\varepsilon)]^2}$$

$$K_{r,1} = \frac{\varepsilon \cancel{c_0} \varepsilon \cancel{c_0}}{\cancel{c_0}^2}$$

$$K_{v1} = \epsilon^2$$

$$K_{r1} = \frac{K_{a2}}{K_{a1}} = \frac{10^{-9.7}}{10^{-2.6}}$$

$$K_{r1} = 10^{-7.1}$$

$$K_v, = 10^{-7.1} = \epsilon^2$$

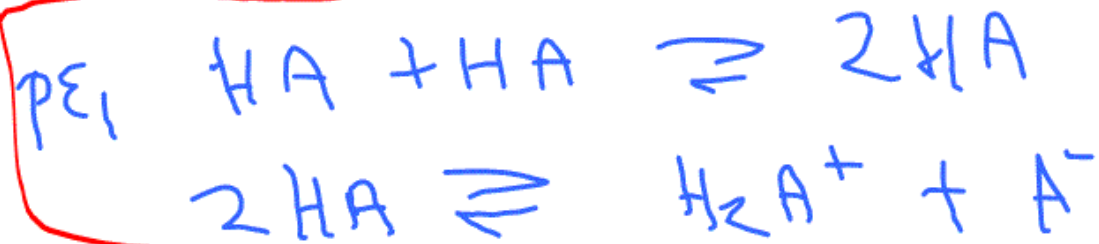
$$\epsilon^2 = 10^{-7.1}$$

$$\epsilon = \sqrt{10^{-7.1}} = 10^{-7.1/2}$$

$$= 10^{-3.55}$$

$$\epsilon = 10^{-3.55}$$

$$\cdot \cdot \cdot Q = (1 - \epsilon)100 = 99.97\%$$



$$C_0(1-\alpha) \rightleftharpoons \frac{\alpha}{2} C_0 \quad \frac{\alpha}{2} C_0$$

X	X'	pH
0	0	1.83
0.5	0	2.64
1	0	6.15
1.5	0.5	9.7
2	1	11.35
2.5	1.5	12.7
3	2	13

Diácido

X	X'	X''	PH
0	0	0	
0.5	0	0	
1	0	0	
1.5	0.5	0	
2	1	0	
2.5	1.5	0.5	
3	2	1	
3.5	-	1.5	
4	-	2.0	

Triácido

$$\frac{K_{a1}}{C_0} = \frac{10^{-2.6}}{10^{-1}} = 10^{-1.6}$$

Fza media $X = 0$

$$[H_3O^+] = K_a \left\{ \frac{C_a - [H_3O^+]}{[H_3O^+]} \right\}$$

$$[H_3O^+] = K_a \left\{ \frac{C_a - [H_3O^+]}{[H_3O^+]} \right\}$$

$$[H_3O^+]^2 = K_a C_a - K_a [H_3O^+]$$

$$[H_3O^+]^2 + K_a [H_3O^+] - K_a C_a = 0$$

$$[H_3O^+]^2 + 10^{-2.6} [H_3O^+] - 10^{-2.6} 10^{-1} = 0$$

$$[H_3O^+]^2 + 10^{-2.6} [H_3O^+] - 10^{-3.6} = 0$$

pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	Cúbica	Ct
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	----

Resolución de ecuación cuadrática para calcular pH de un ácido de fuerza media

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mol/L)	1.0000e-1	pKa	2.6000	Ka	2.5119e-3
------------	-----------	-----	--------	----	-----------

$$A[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + B[\text{H}_3\text{O}^+] + C = 0$$

$A =$	1.00
$B =$	2.5119e-3
$C =$	-2.5119e-4

Raíces		
-1.7155e-2	+ i	0.00000
1.4643e-2	+ i	0.00000

$[\text{H}_3\text{O}^+]$	1.4643e-2
--------------------------	-----------



pH	1.83
----	------

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

Resetear



$$X = 0.5$$

Amortiguador Fza media

$$[H_3O^+] = K_a \left\{ \frac{C_a - [H_3O^+]}{C_b + [H_3O^+]} \right\}$$

$$[H_3O^+]^2 + [H_3O^+] C_b = K_a C_a - K_a [H_3O^+]$$

$$C_a = 5 \times 10^{-2}$$

$$C_b = 5 \times 10^{-2}$$

$$C_0(1-x) = 10^{-1}(1-0.5)$$

$$= 10^{-1}(0.5)$$

$$= 5 \times 10^{-2}$$

Resolución de ecuación cuadrática para calcular pH de un amortiguador de ácido de fuerza media

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mol/L)	5.0000e-2	pKa	2.6000	Ka	2.5119e-3
Cb (mol/L)	5.0000e-2				

$$A[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + B[\text{H}_3\text{O}^+] + C = 0$$

$A =$	1.00
$B =$	5.2512e-2
$C =$	-1.2559e-4

Raíces		
-5.4804e-2	+ i	0.00000
2.2917e-3	+ i	0.00000

$[\text{H}_3\text{O}^+]$	2.2917e-3
--------------------------	-----------



pH	2.64
----	------

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

Resetear



$$x = 1$$

Anfolito

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

$$= \frac{2.6 + 9.7}{2}$$

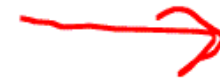
$$= 6.15$$

$$X = 1.5 \text{ ó } X' = 0.5$$

HA

$$\frac{K_{a2}}{C_0} = \frac{10^{-9.7}}{10^{-1}} = 10^{-8.7}$$

ácido débil



$$pH = \frac{1}{2} pK_{a2} - \frac{1}{2} \log C_0$$

$$\frac{K_{b2}}{C_0} = \frac{10^{-4.3}}{10^{-1}} = 10^{-3.3}$$

base débil

ácido débil — base débil

ácido — conjugada

$$X = 1.5 \quad \text{ó} \quad X' = 0.5$$

Amortiguador débil

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= \text{p}K_{a2} + \log \frac{C_b}{C_a} \\
 &= 9.7 + \log \frac{X' C_0}{C_0(1-X')} \\
 &= 9.7 + \log \frac{0.5 \cancel{10^{-1}}}{\cancel{10^{-1}} 0.5}
 \end{aligned}$$

$$X = Z \text{ ó } X' = I$$

A base débil

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= \frac{1}{2} \text{p}K_w + \frac{1}{2} \text{p}K_{a2} + \frac{1}{2} \log C_b \\
 &= \frac{1}{2} (14) + \frac{1}{2} (9.7) + \frac{1}{2} \log 10^{-1} \\
 &= 7 + 4.85 - 0.5 \\
 &= 11.35
 \end{aligned}$$

$$x = 2.5 \quad \bar{0} \quad x' = 1.5$$

base FTE

$$PH = 14 + \log Cb$$

$$= 14 + \log_{10}(x-1)$$

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

$$= 14 + \log_{10} 5 \times 10^{-2}$$

$$= 12.7$$

$$x = 3 \quad \delta \quad x' = 2$$

$$\begin{aligned} \text{PH} &= 14 + \log b \\ &= 14 + \log 10(x-1) \\ &= 14 + \log 10^{-1}(2-1) \\ &= 14 + \log 10^{-1} \\ &= 13 \end{aligned}$$

$$1.1. APE \quad C_0 = 10^{-1}$$

Amort. Fza media

$$[H_3O^+] = K_a \left[\frac{C_a - [H_3O^+]}{C_b + [H_3O^+]} \right]$$

$$C_a = 10^{-3}$$

$$C_b = 10^{-1}$$

pH1	pH2	pH3	pH4	pH5	pH6	pH7	pH8	pH9	Cúbica
-----	-----	-----	------------	-----	-----	-----	-----	-----	--------

**Resolución de ecuación cuadrática para calcular pH
de un amortiguador de ácido de fuerza media**

Insertar en las celdas de color amarillo los valores correspondientes

Ca (mol/L)	1.0000e-3	pKa	2.6000	Ka	2.5119e-3
Cb (mol/L)	1.0000e-1				

$$A[\text{H}_3\text{O}^+]^2 + B[\text{H}_3\text{O}^+] + C = 0$$

$A =$	1.00
$B =$	1.0251e-1
$C =$	-2.5119e-6

Raíces		
-1.0254e-1	+ i	0.00000
2.4498e-5	+ i	0.00000

$[\text{H}_3\text{O}^+]$	2.4498e-5
--------------------------	-----------



pH	4.61
----	------

Dr. Juan Carlos Vázquez Lira 2021

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

Reseteo



1.1. DPE Amortiguador
débil $I_0 = 10^{-1}$

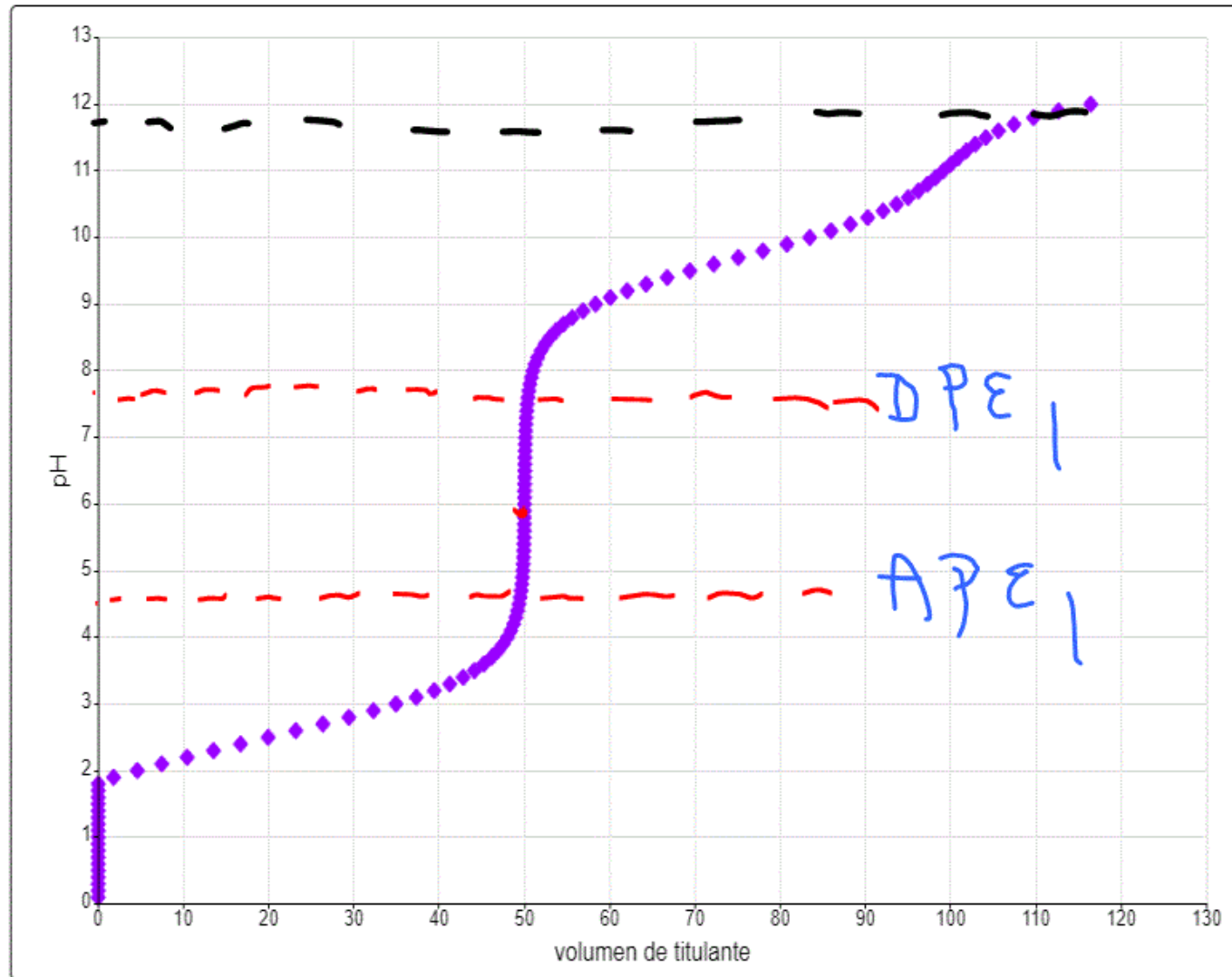
Ácido débil $HA = 10^{-1}$

base conjugada $A^- = 10^{-3}$

$$\begin{aligned}
 \text{pH} &= \text{pK}_a + \log \frac{I_b}{I_a} \\
 &= 9.7 + \log \frac{10^{-1}}{10^{-3}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 9.7 + \log \frac{C_b}{C_a} \\ &= 9.7 + \log \frac{10^{-1}}{10^{-3}} \\ &= 11.7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH} &= 9.7 + \log \frac{10^{-3}}{10^{-1}} \\ &= 7.7 \end{aligned}$$



$$p.e.1 = pH = 6.15$$

$$APE_1 = pH = 4.61$$

$$6.15 - 4.61 = 1.54$$

$$4.61 + 1.54 = 6.15$$

$$6.15 + 1.54 = 7.69$$

