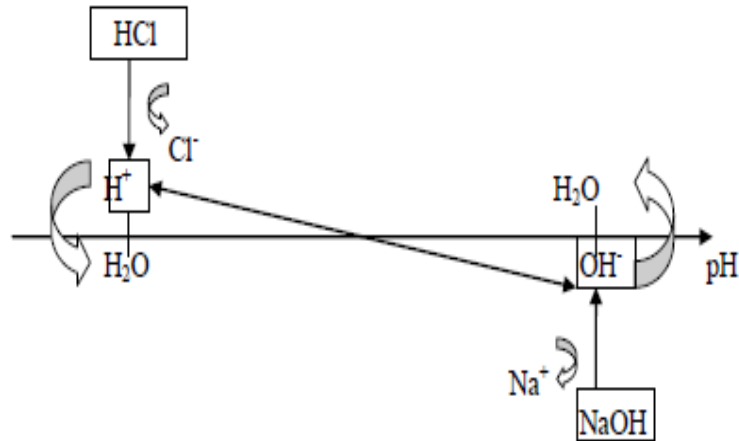


- Titulaciones volumétricas de:
 - HCl con NaOH
 - Clorhidrato de hidroxilamina, BHCl, con NaOH
 - Biftalato de potasio con NaOH

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fC_0 .

a) Predicción de la reacción operativa con una escala de reactividad de pH:

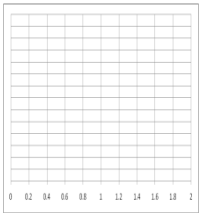


b) Cálculo de la K_{eq} de la reacción operativa aplicando la K_w :



c) Elaboración de la tabla de variación de especies en función de C_0 y f para el inicio, antes del punto de equivalencia, *a.p.e.*, al punto de equivalencia *p.e.* y después del punto de equivalencia, *d.p.e.*:

	H^+	+	OH^-	=	H_2O
Inicio	C_0				55.5 M
Agreg			fC_0		
a.p.e.	$C_0(1-f)$		$\approx 0 = \epsilon$		$\approx 55.5 \text{ M}$
p.e.	ϵ_1		ϵ_1		$\approx 55.5 \text{ M}$
d.p.e...	ϵ_2		$C_0(f-1)$		$\approx 55.5 \text{ M}$



Se trazan las rectas de las especies:

$$\log [\text{H}^+] = -\text{pH}$$
$$\log [\text{OH}^-] = -14 + \text{pH}$$

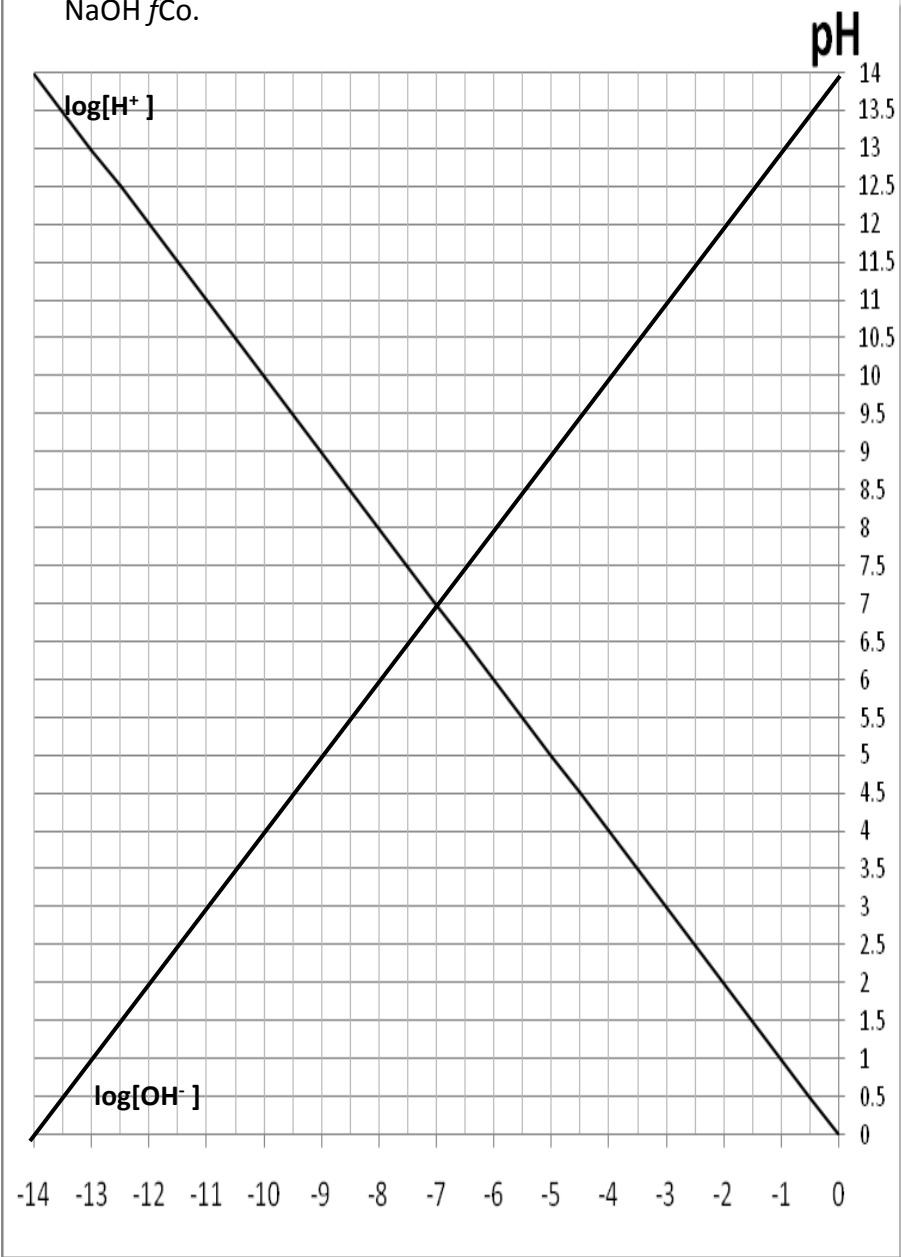
y las líneas:

$$\log C_o$$

$$\log C_o - 0.3$$

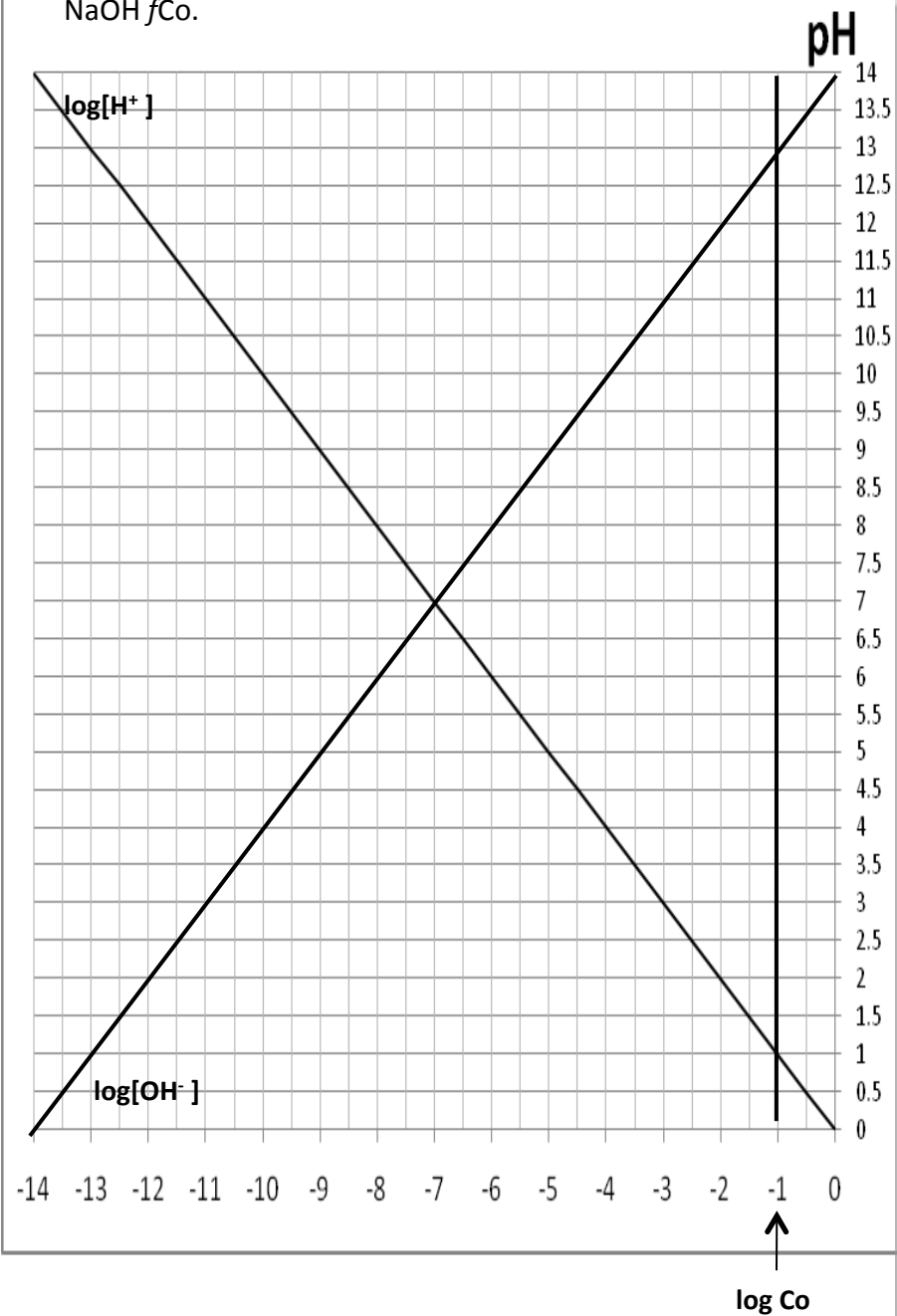
$$\log C_o - 1$$

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con
NaOH f_{Co} .



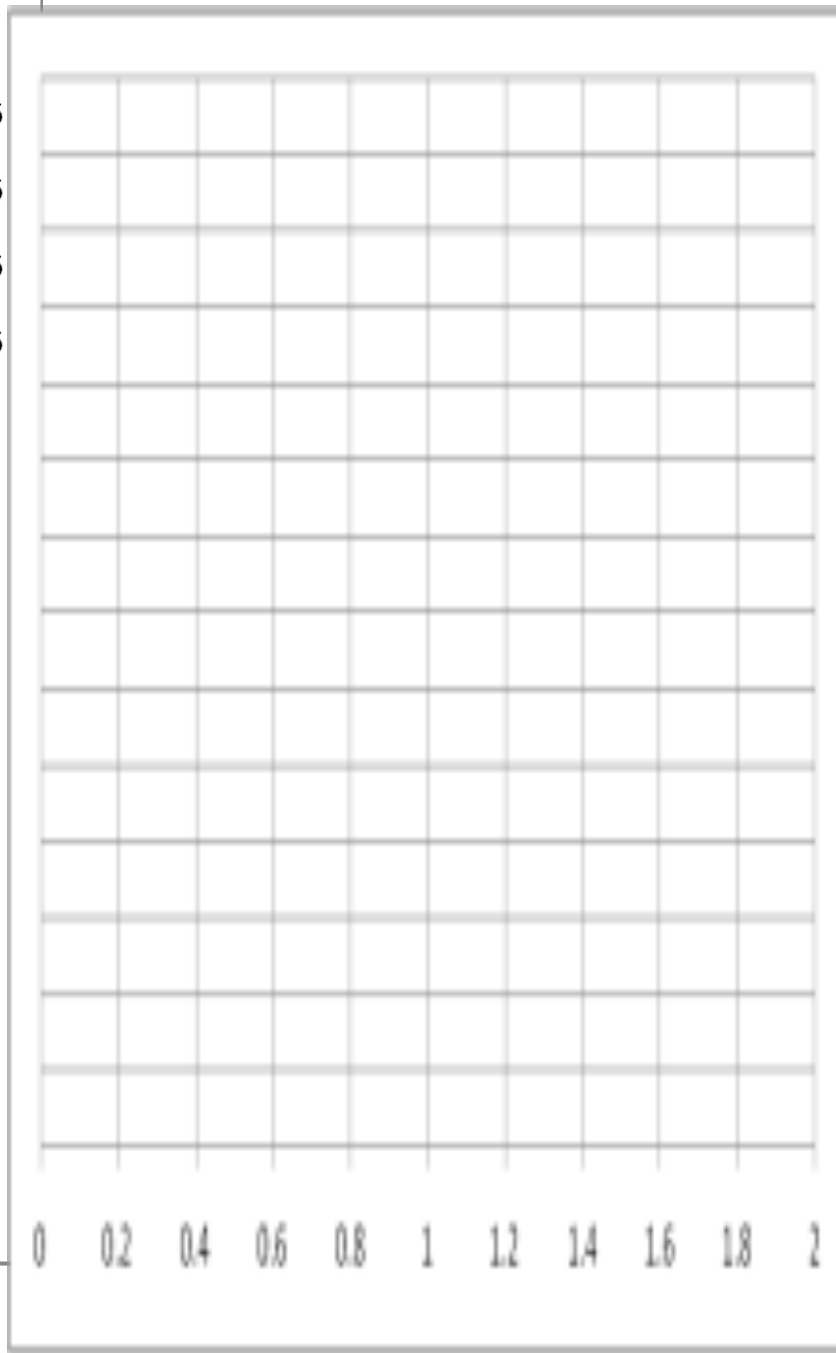
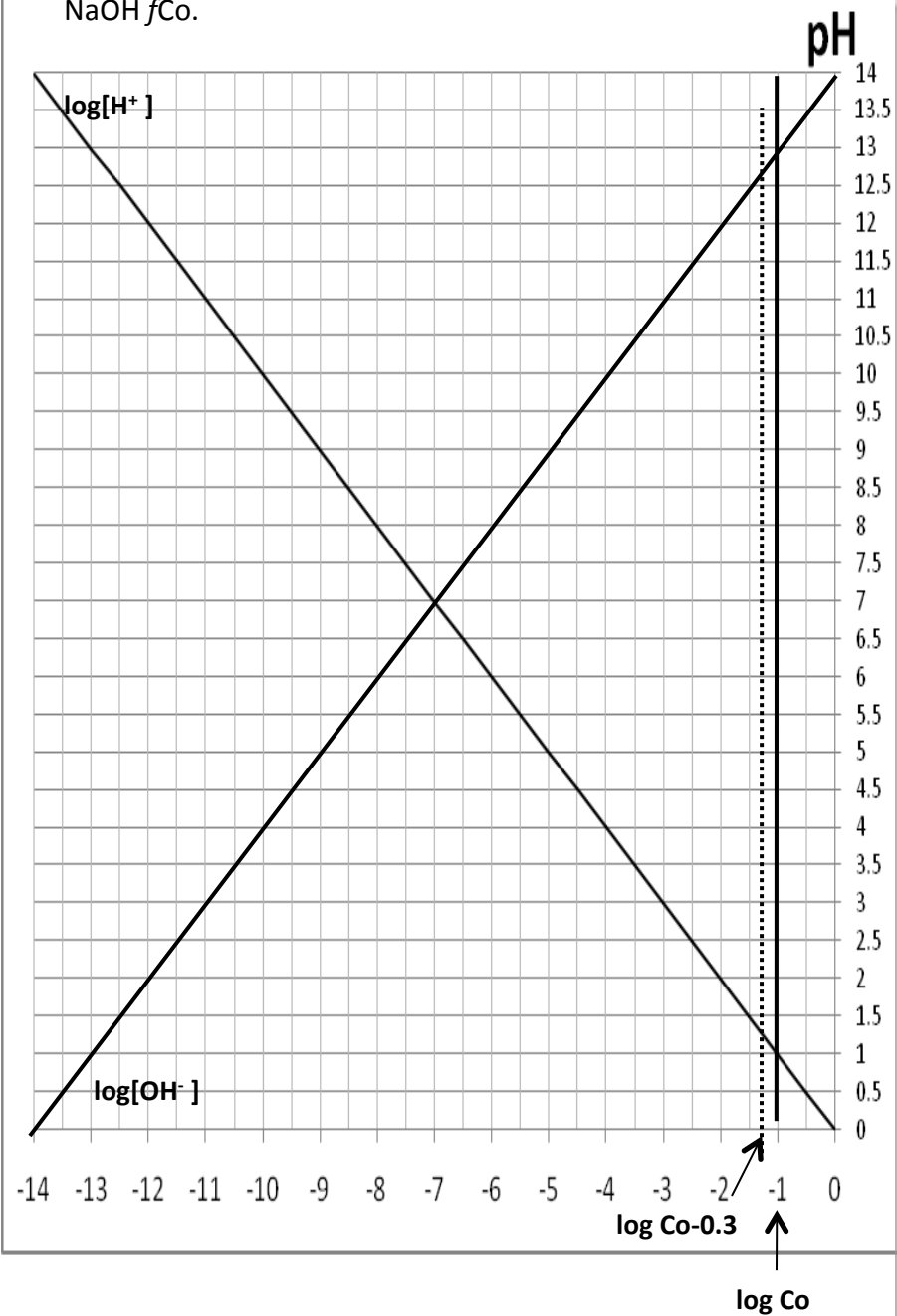
f

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

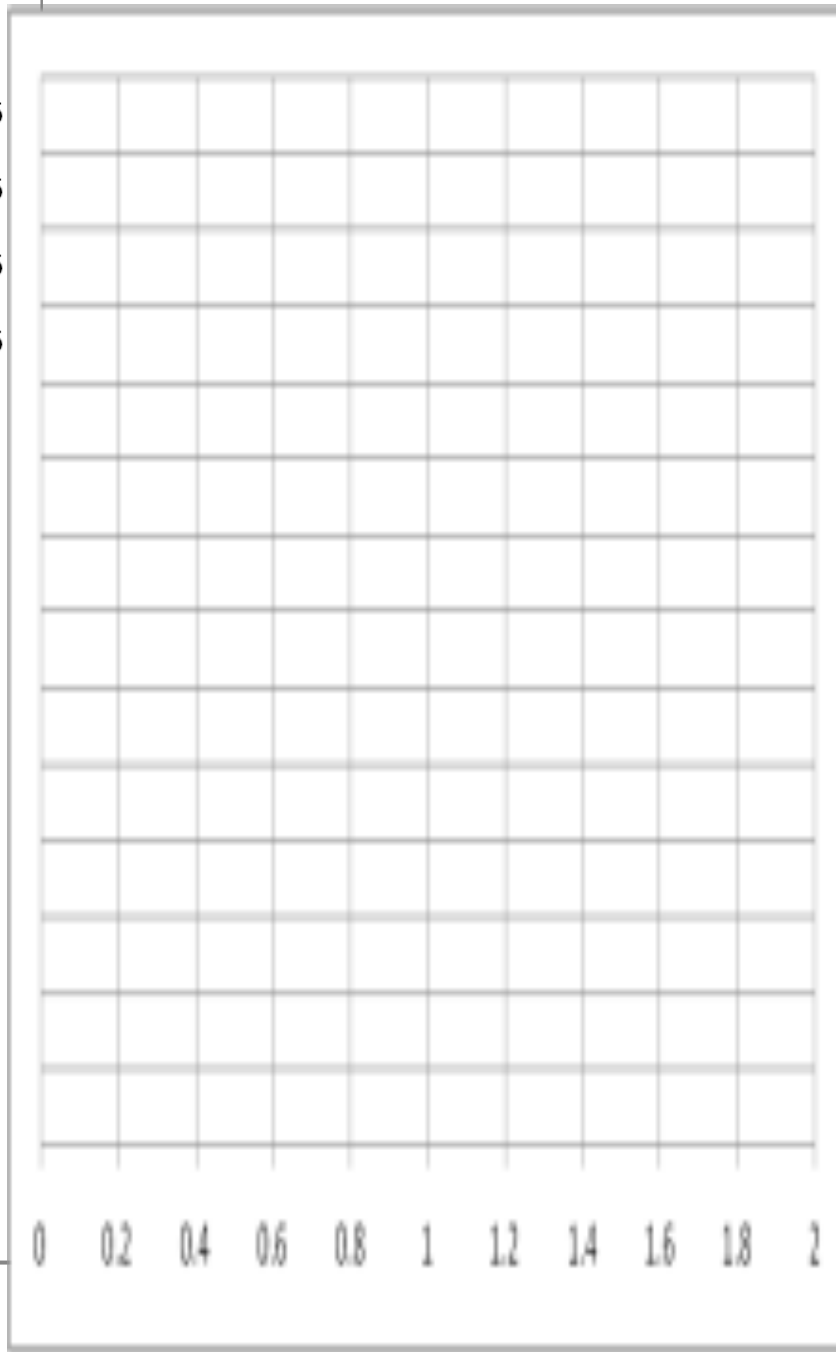
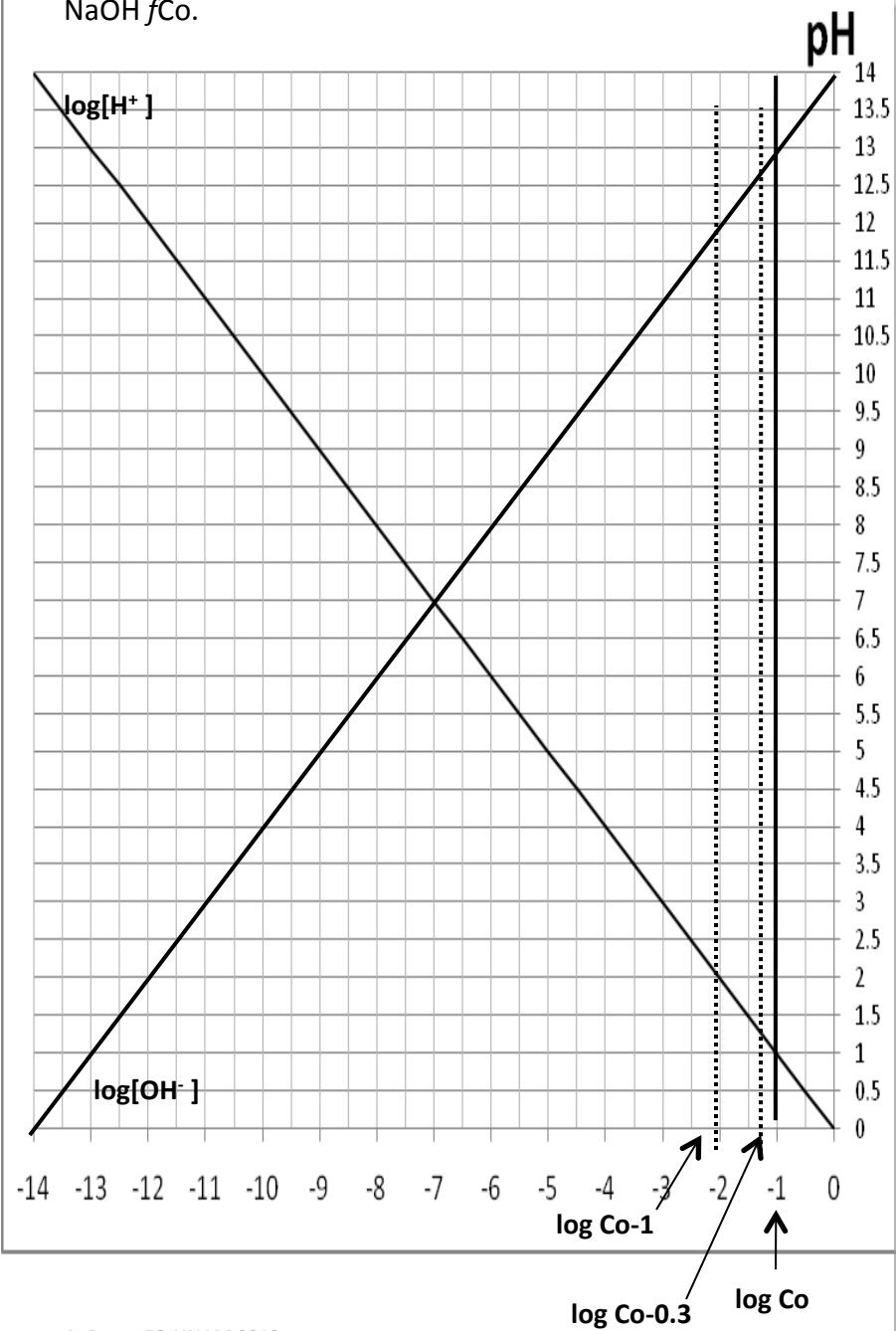


f

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

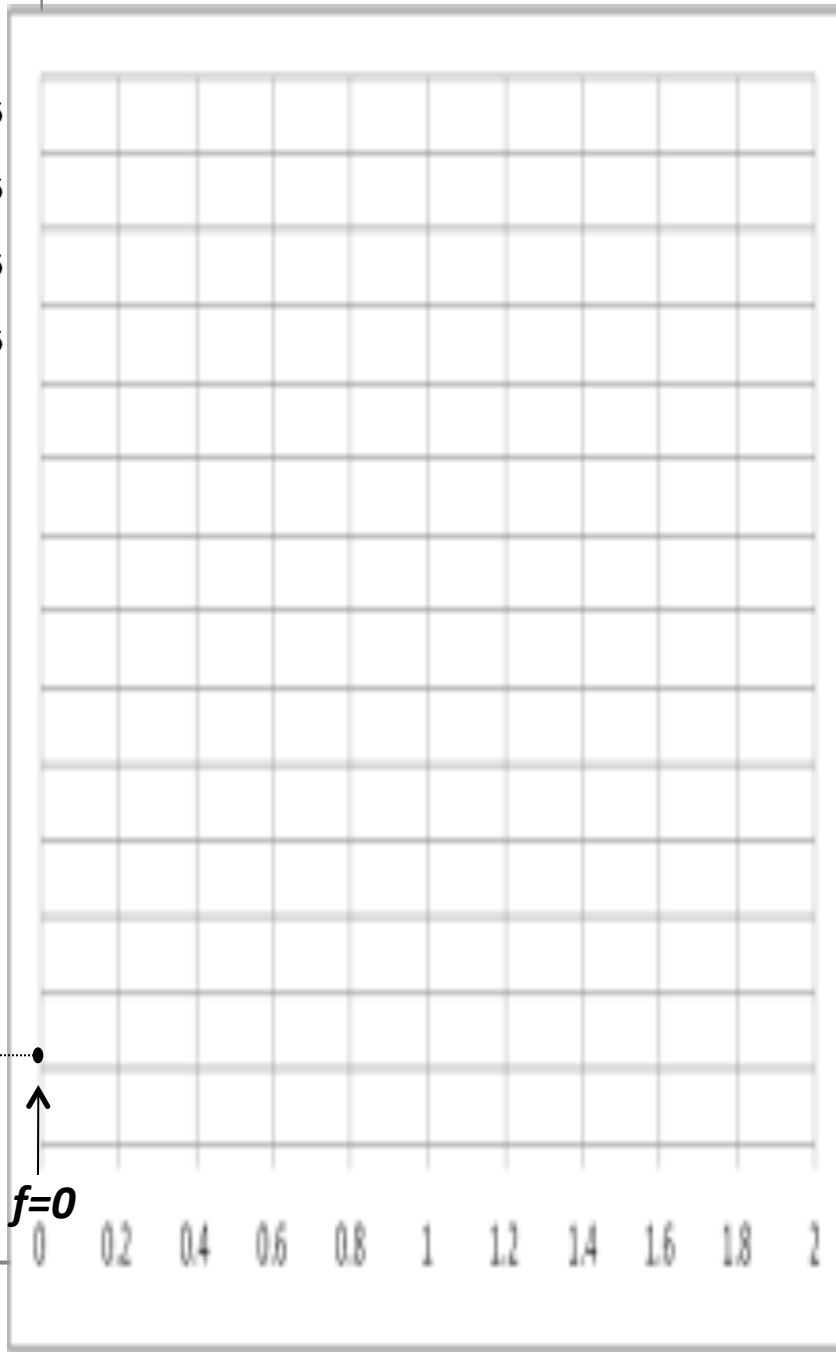
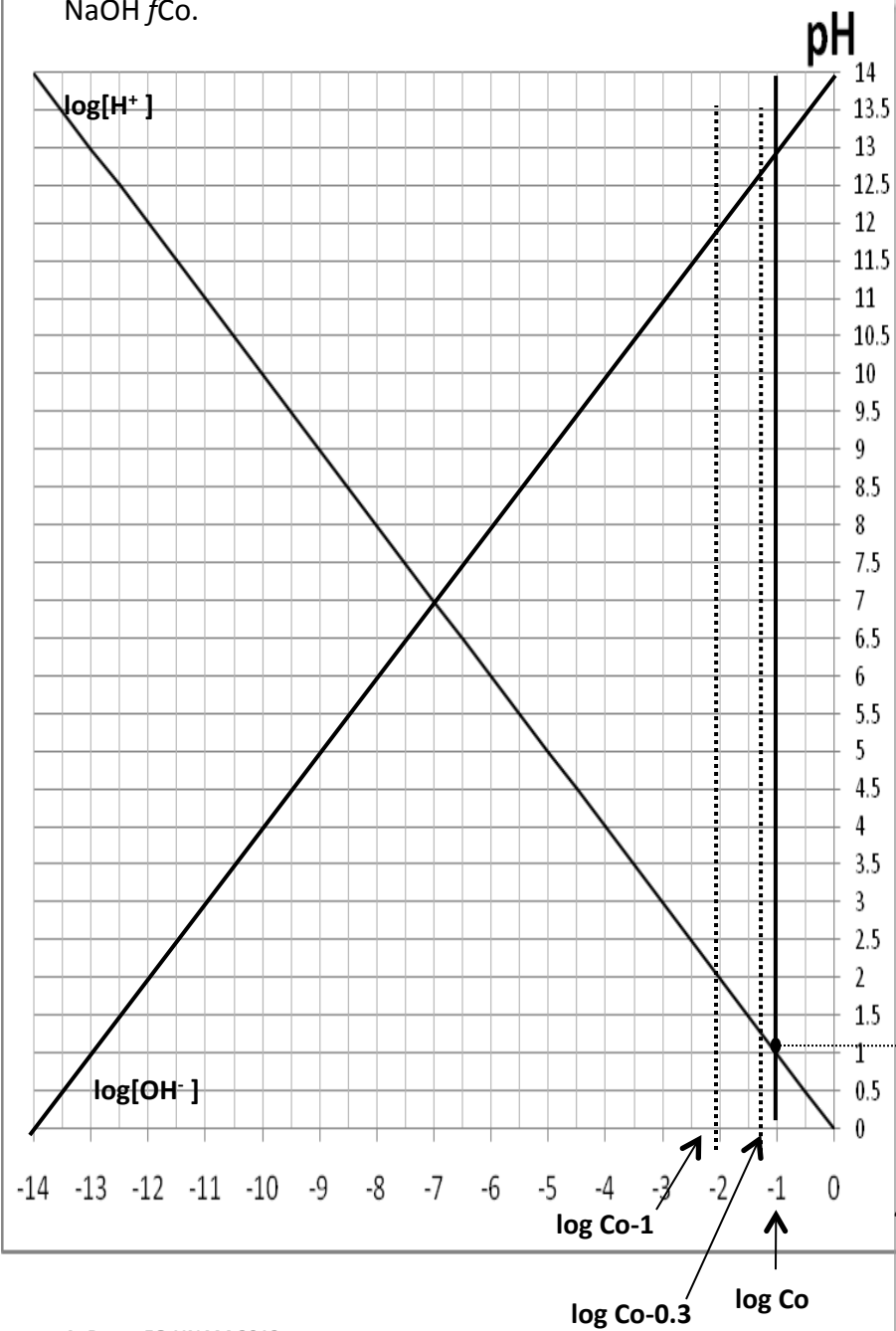


Para $f = 0$:

Antes de adicionar NaOH, la concentración de H^+ provenientes de la disociación total del HCl de formalidad $F_{HCl} = C_0$ es igual a $[H^+] = C_0$.

El valor de pH correspondiente al inicio de la curva de monitoreo se encuentra en la coordenada que corresponde a la intersección de la recta de $\log [H^+]$ con el valor de $\log C_0$ ya que $\log [H^+] = \log C_0$:

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Para $f = 0.5$:

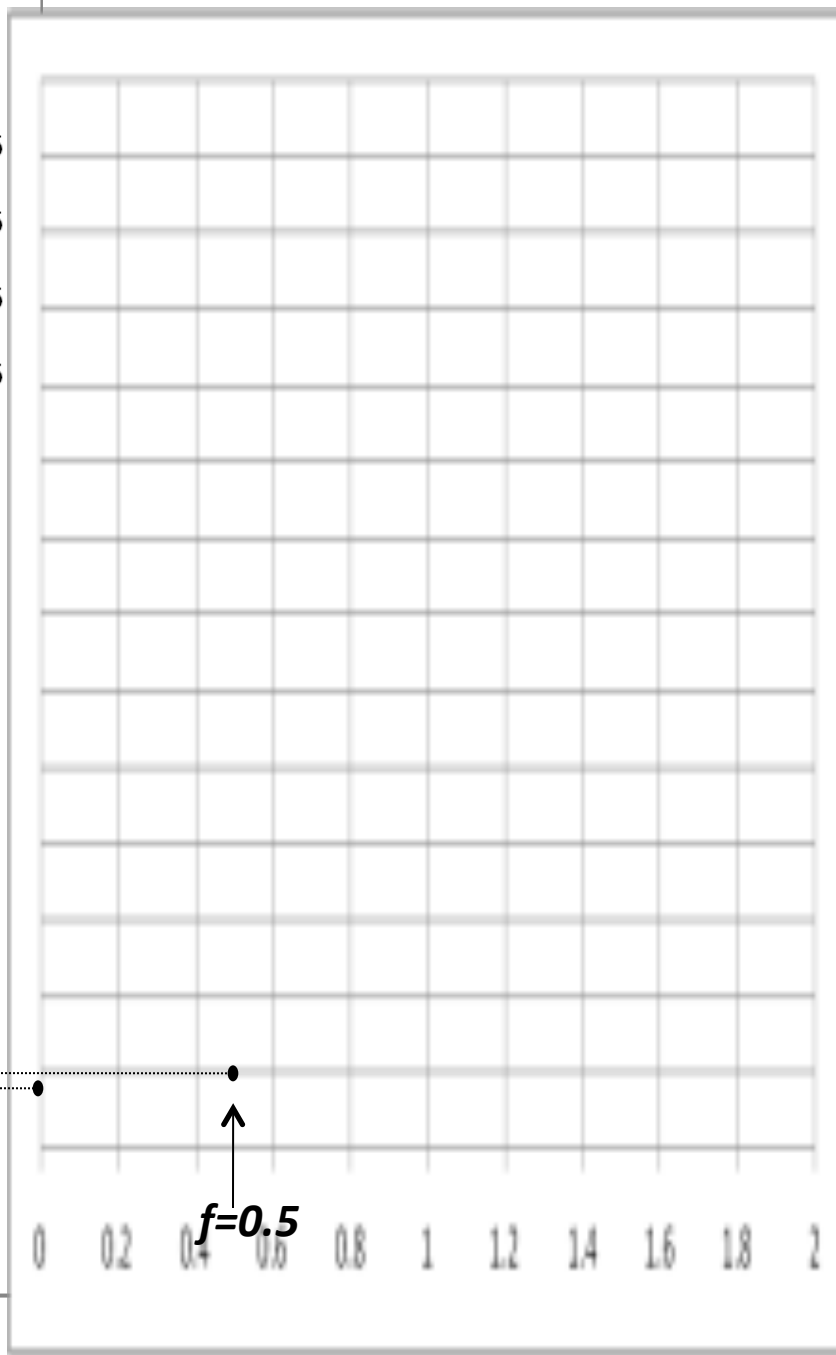
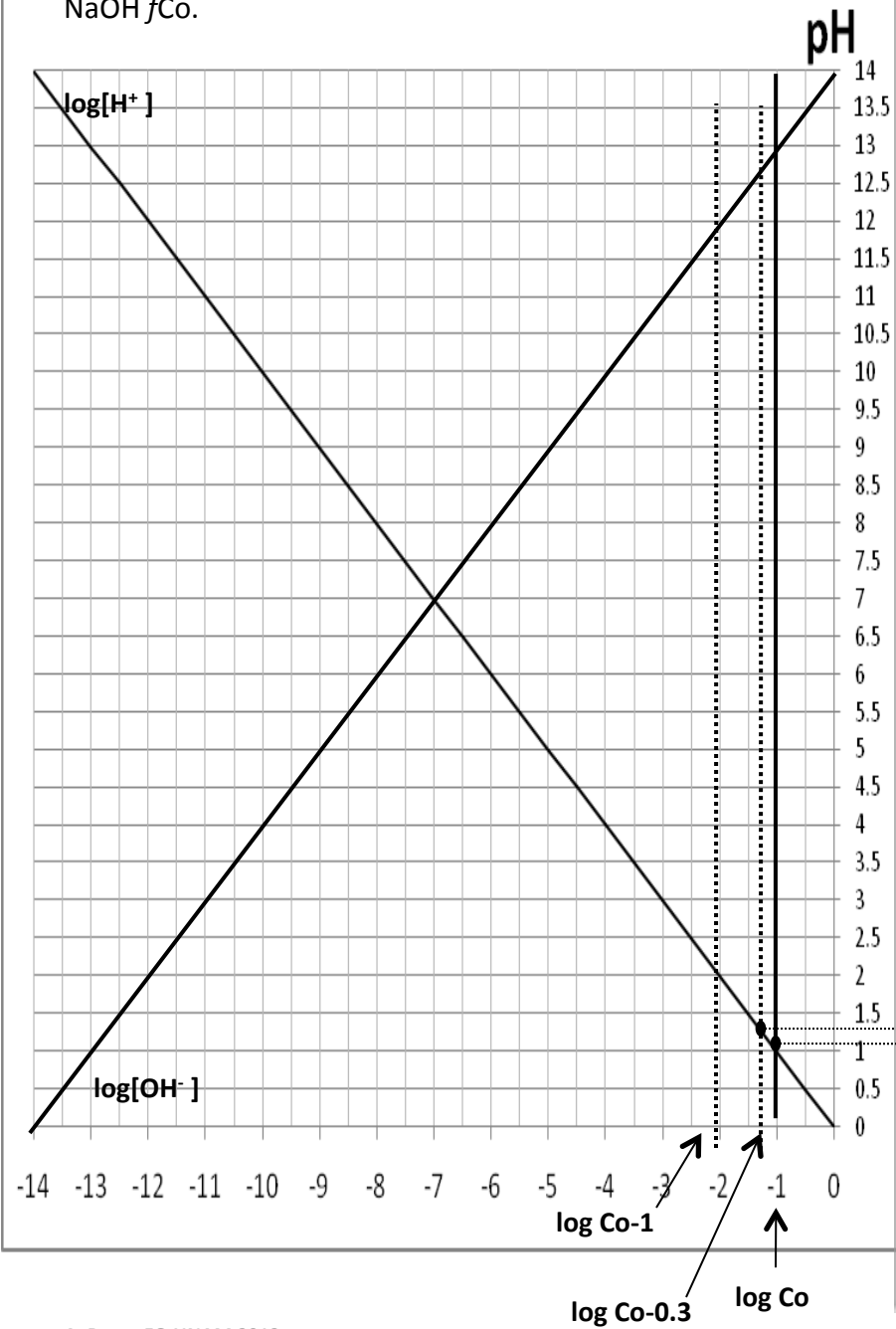
Después de adicionar NaOH equivalente al 50% de HCl inicial, se ha neutralizado la mitad del ácido, la concentración de H^+ esta dada por:

$$[H^+] = Co(1-f)$$
$$[H^+]_{50\%} = Co(1-0.5) = 0.5 Co = Co/2$$

$$\log [H^+] = \log (Co/2)$$
$$\log [H^+] = \log Co - \log 2$$
$$\log [H^+] = \log Co - 0.3$$

por lo tanto el pH al 50% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log Co - 0.3$ sobre la recta de $\log [H^+]$:

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Para $f = 0.9$:

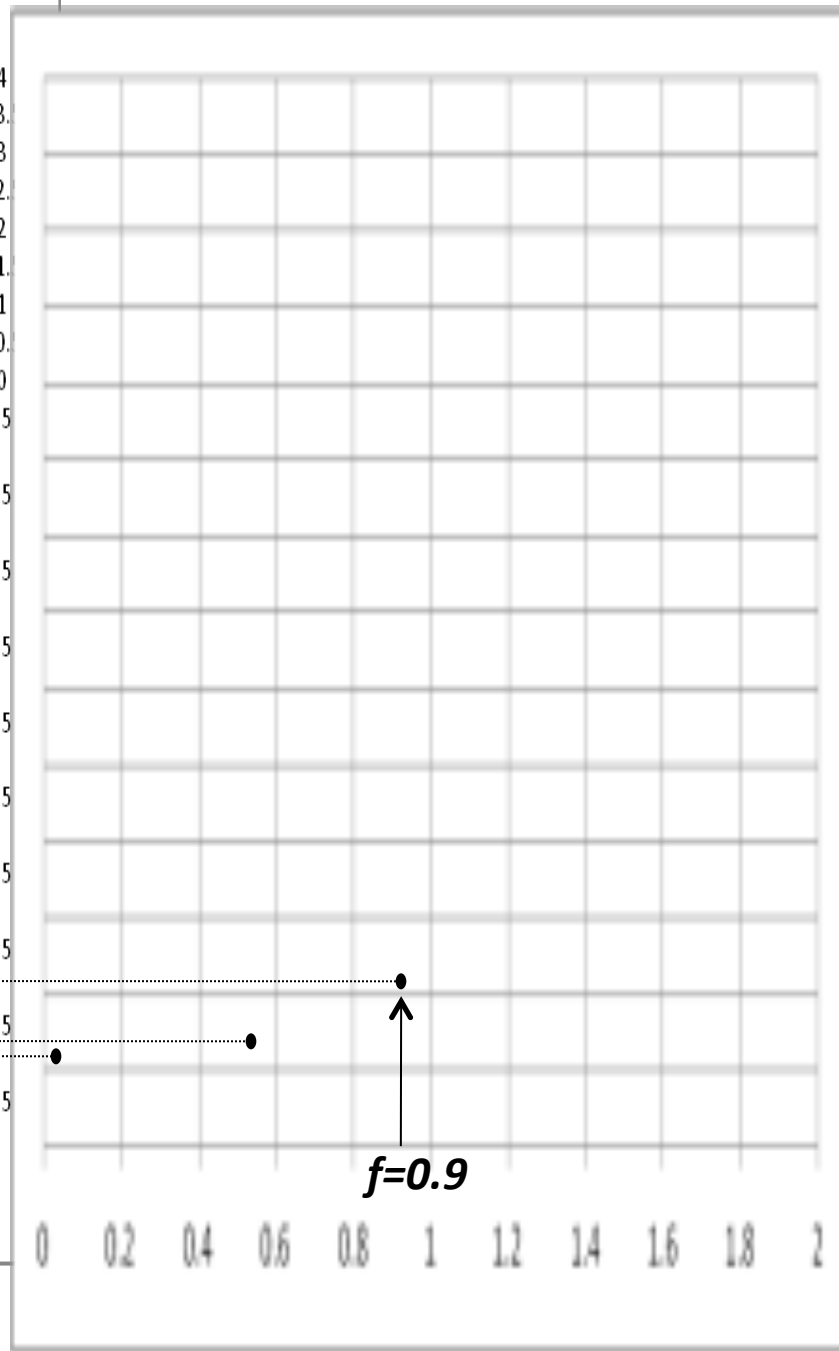
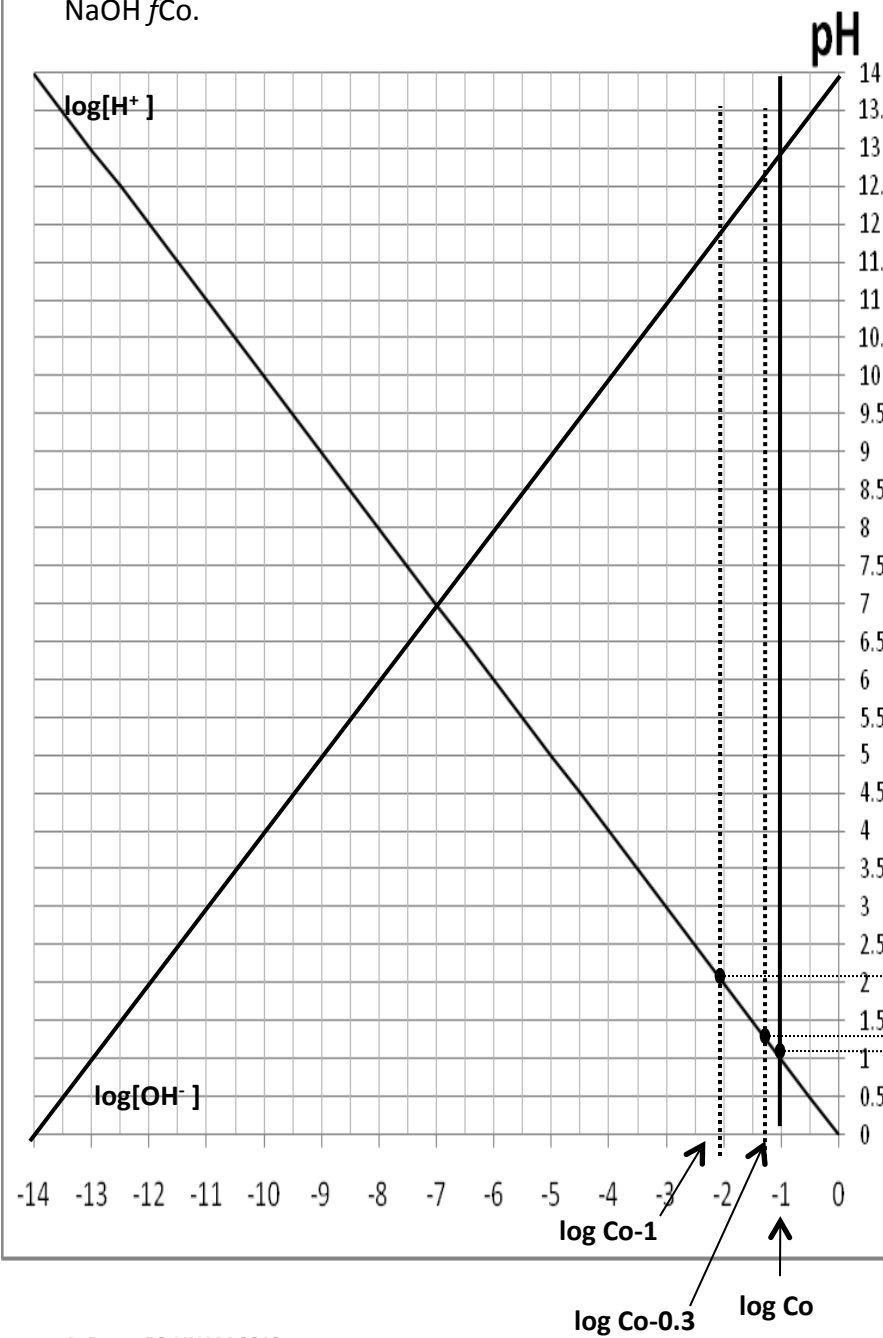
Después de adicionar NaOH equivalente al 90% de HCl inicial, queda en solución el 10% del ácido, la concentración de H^+ esta dada por:

$$[H^+] = Co(1-f)$$
$$[H^+]_{50\%} = Co(1-0.9) = 0.1Co = Co/10$$

$$\log [H^+] = \log (Co/10)$$
$$\log [H^+] = \log Co - \log 10$$
$$\log [H^+] = \log Co - 1$$

por lo tanto el pH al 90% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log Co - 1$ sobre la recta de $\log [H^+]$:

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



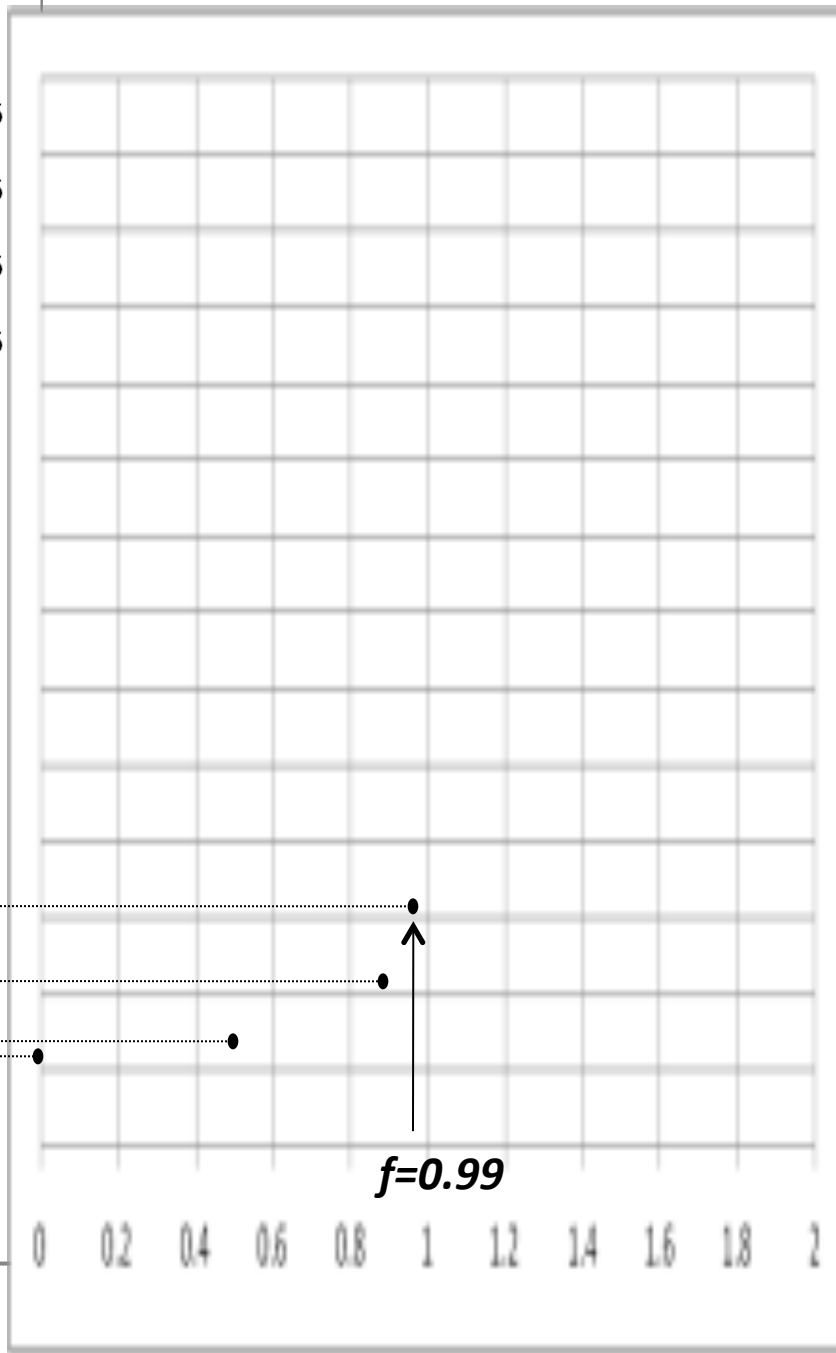
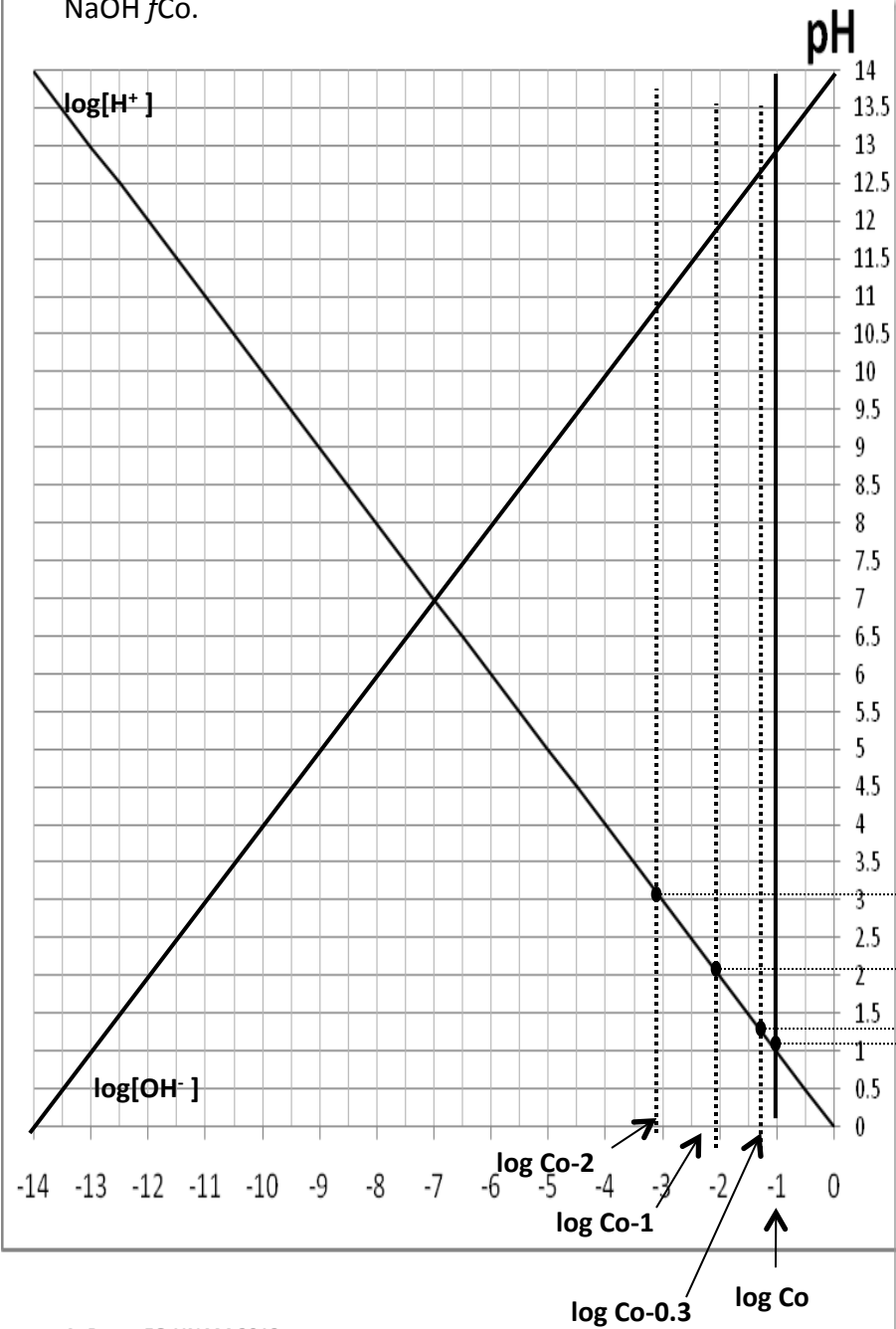
Para $f = 0.99$

$$\log [\text{H}^+] = 0.01 C_0$$

$$\log [\text{H}^+] = 0.01 C_0 = \log (C_0/100)$$

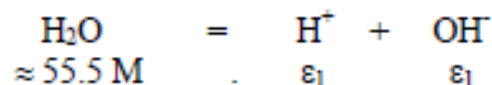
$$\log [\text{H}^+] = \log (C_0/100) = \log C_0 - 2$$

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

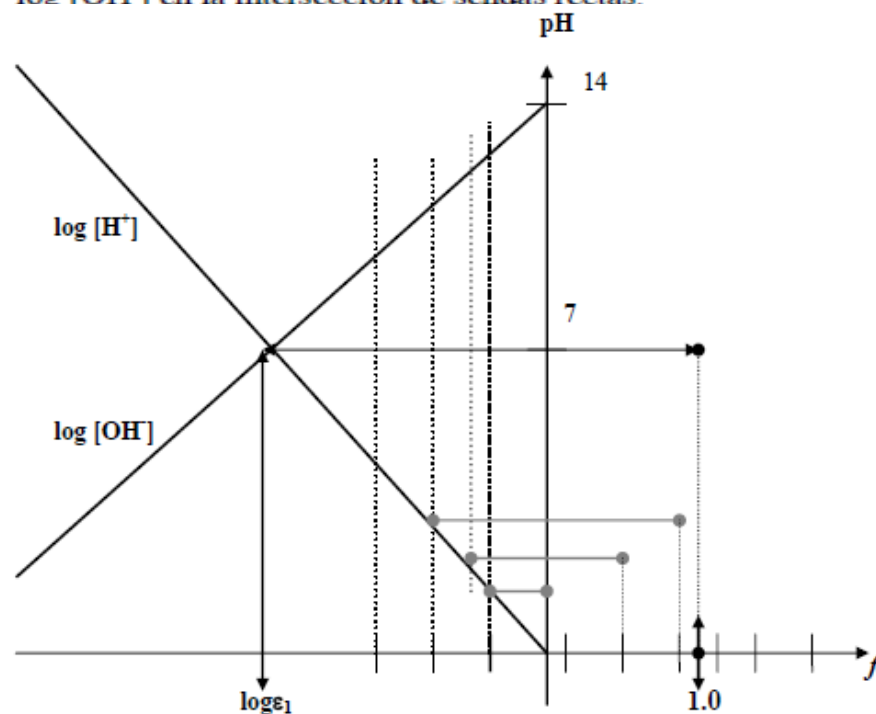


Para $f = 1.0$:

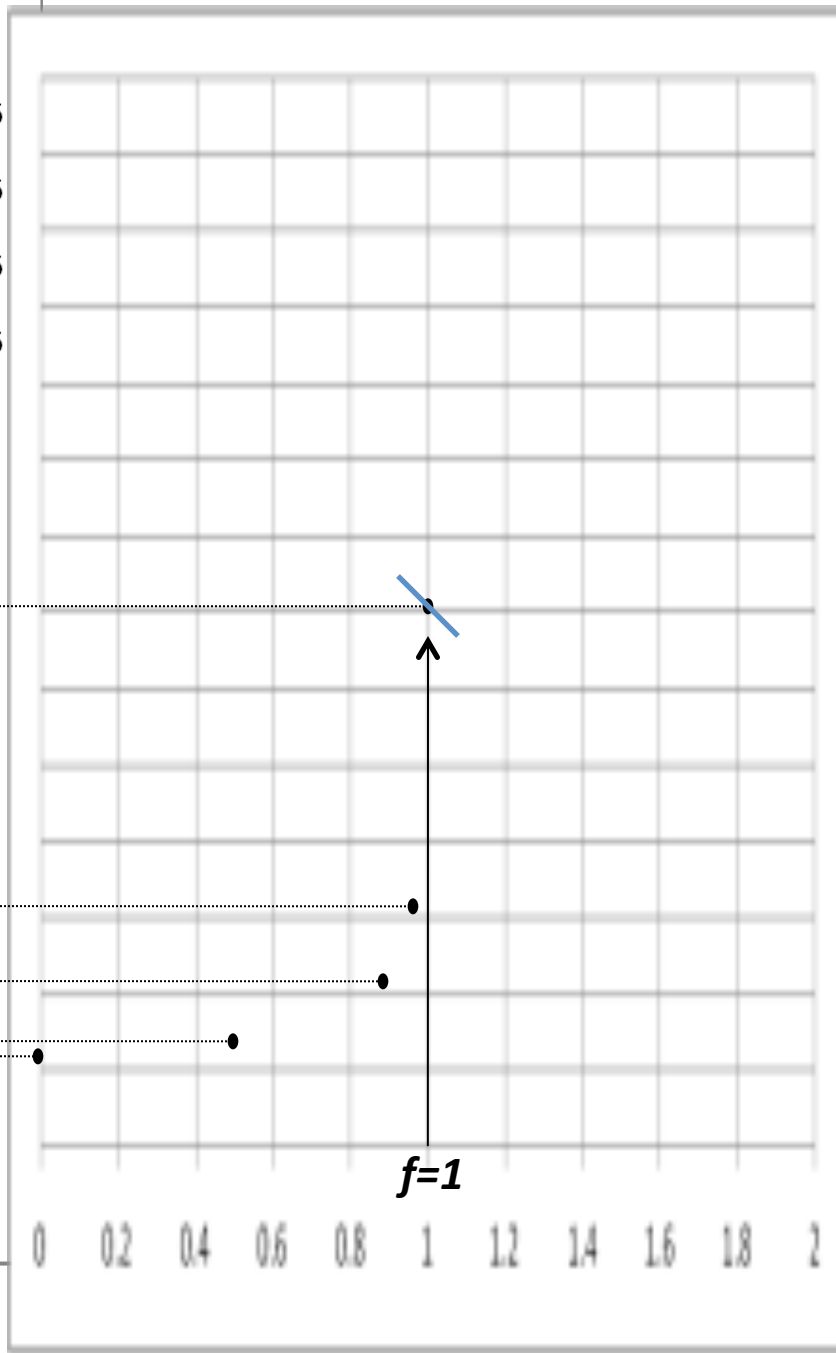
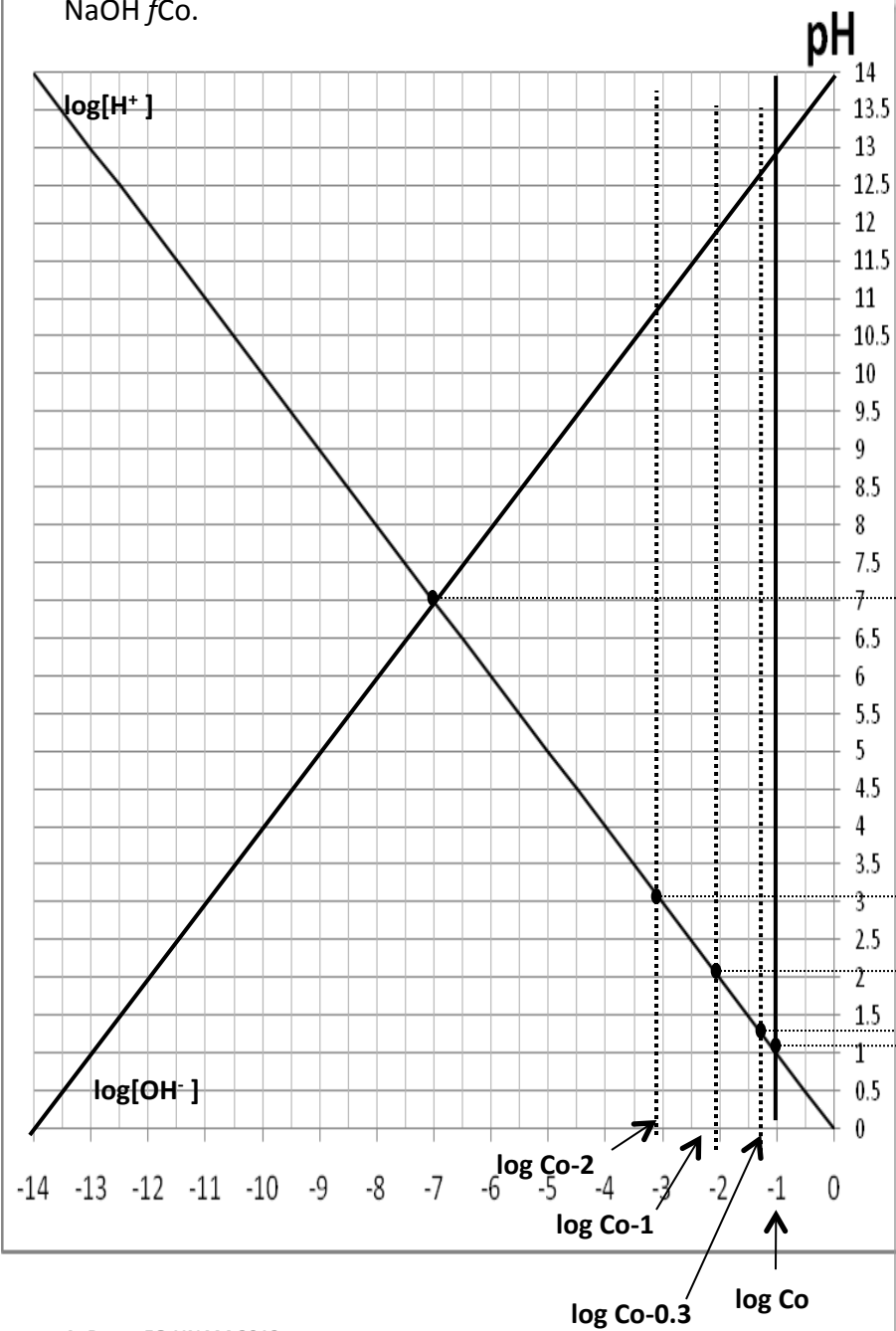
Al punto de equivalencia la reacción al equilibrio que impone el pH es la reacción de autoprotonación del agua en presencia de $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C_0$ (esta sal prácticamente no altera el pH del medio):



de la K_w : $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14} = (\epsilon_1)^2$, se demuestra que $\epsilon_1 = 10^{-7} \text{ M}$, por lo tanto el pH al 100% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log [\text{H}^+] = \log [\text{OH}^-]$ en la intersección de sendas rectas.



Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Después del punto de equivalencia $[\text{OH}^-] = C_0 (f-1)$.

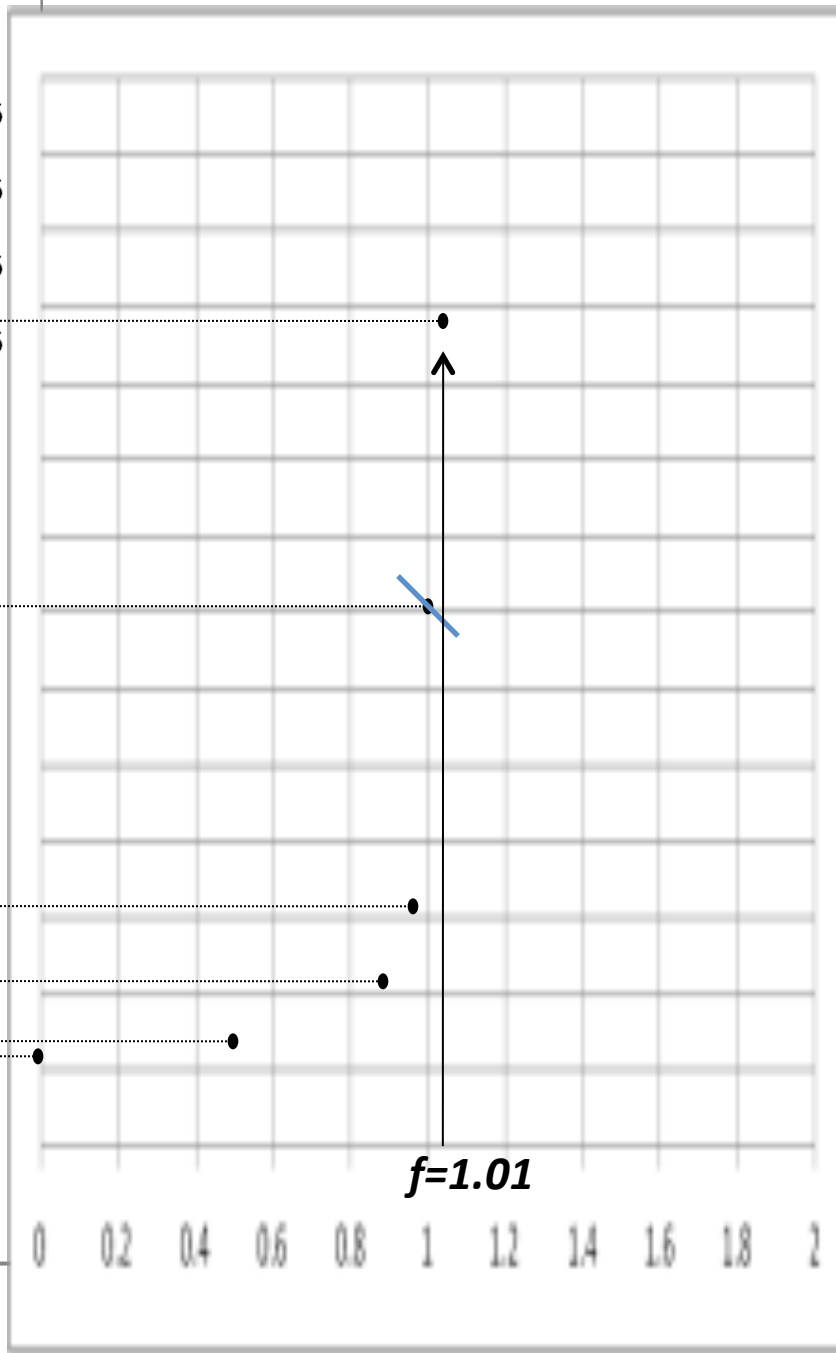
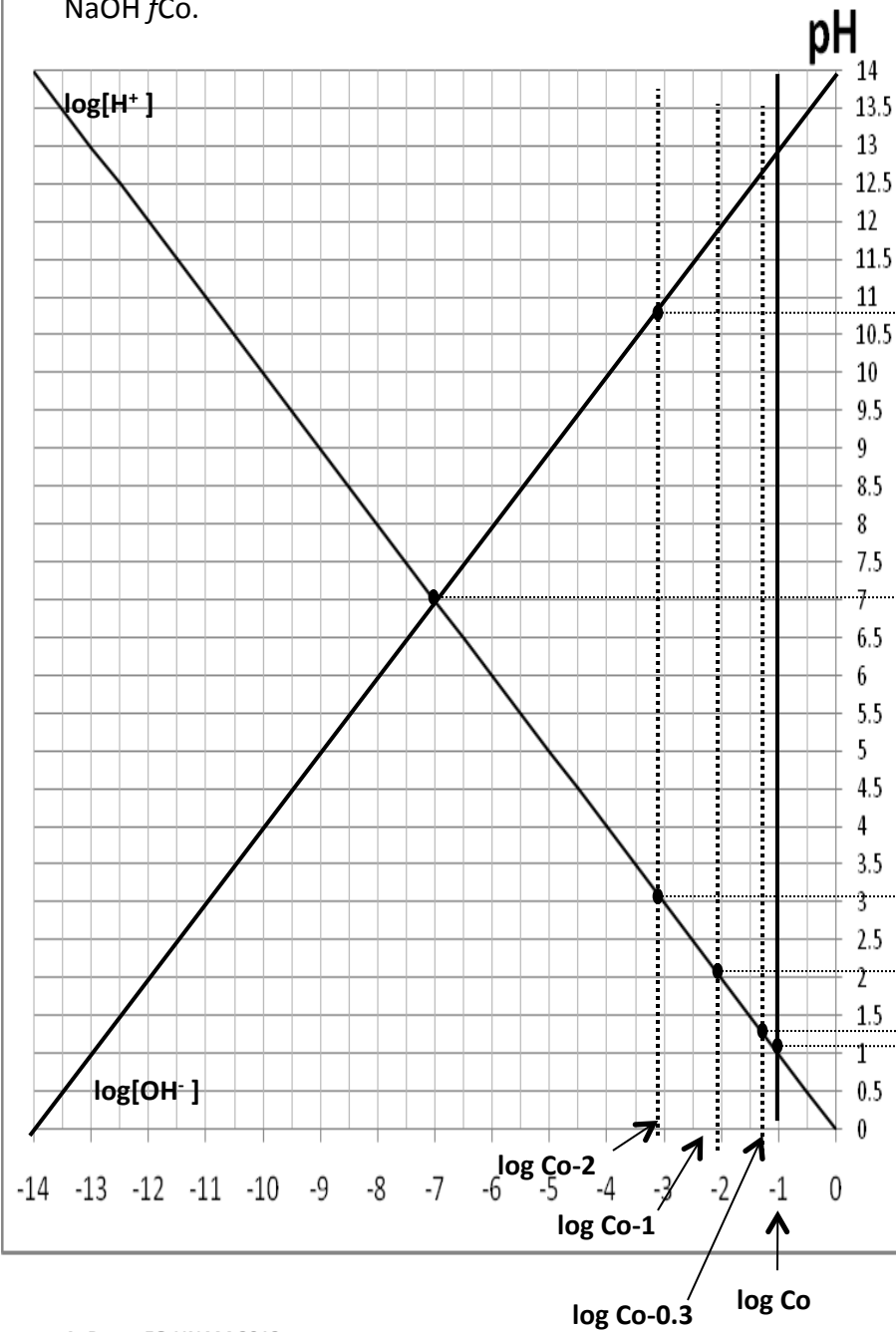
Para $f = 1.01$

$$\log [\text{OH}^-] = 0.01 C_0$$

$$\log [\text{OH}^-] = 0.01 C_0 = \log (C_0/100)$$

$$\log [\text{OH}^-] = \log (C_0/100) = \log C_0 - 2$$

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Para $f = 1.1$:

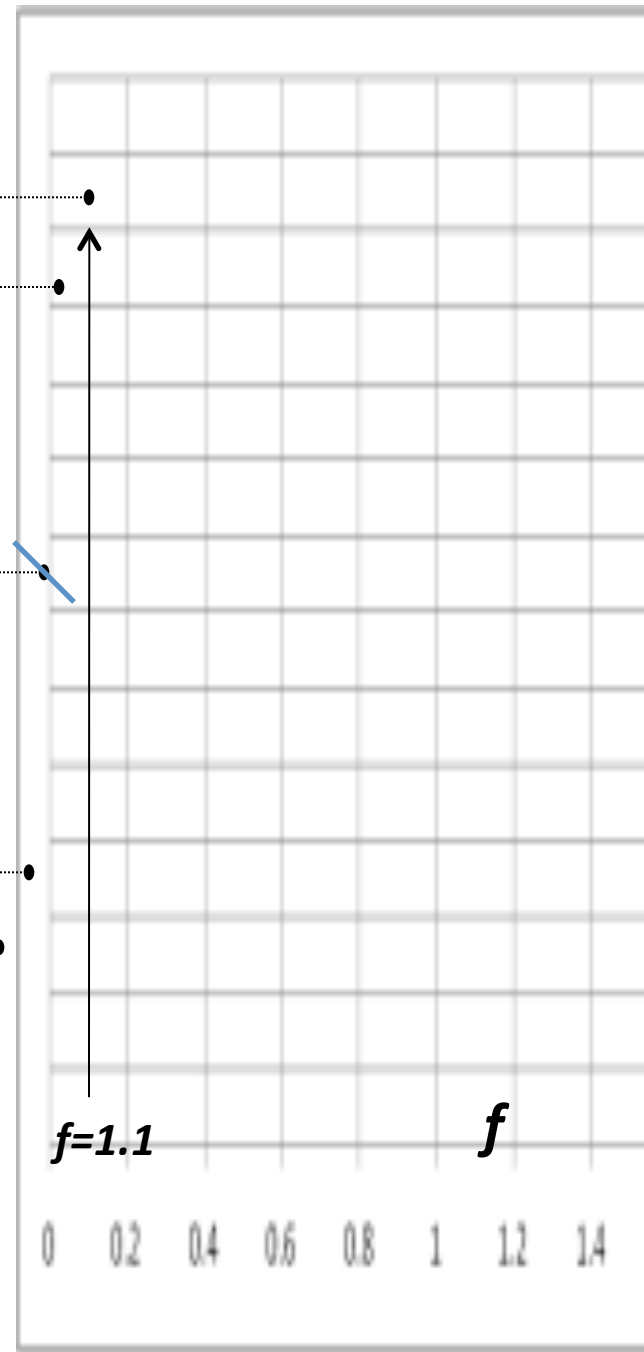
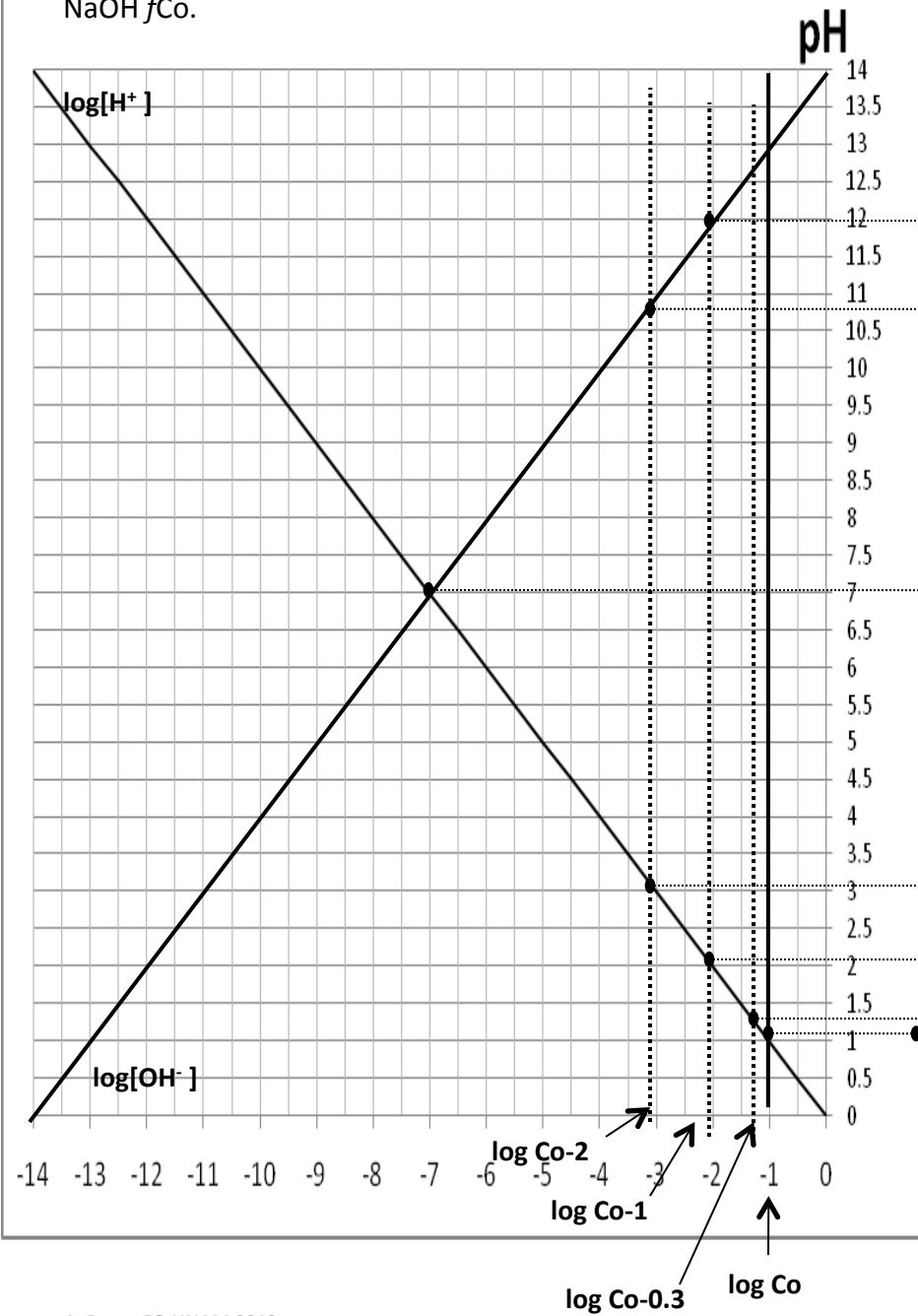
Al 110% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 10% de exceso. Ahora el ión OH^- impone el pH del medio. Su concentración esta dada por:

$$\begin{aligned}[\text{OH}^-] &= C_0(f-1) \\ [\text{OH}^-]_{110\%} &= C_0(1.1-1) = 0.1C_0 = C_0/10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{OH}^-] &= \log (C_0/10) \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - \log 10 \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - 1\end{aligned}$$

por lo tanto el pH al 110% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 1$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fC_0 .



Para $f = 1.5$:

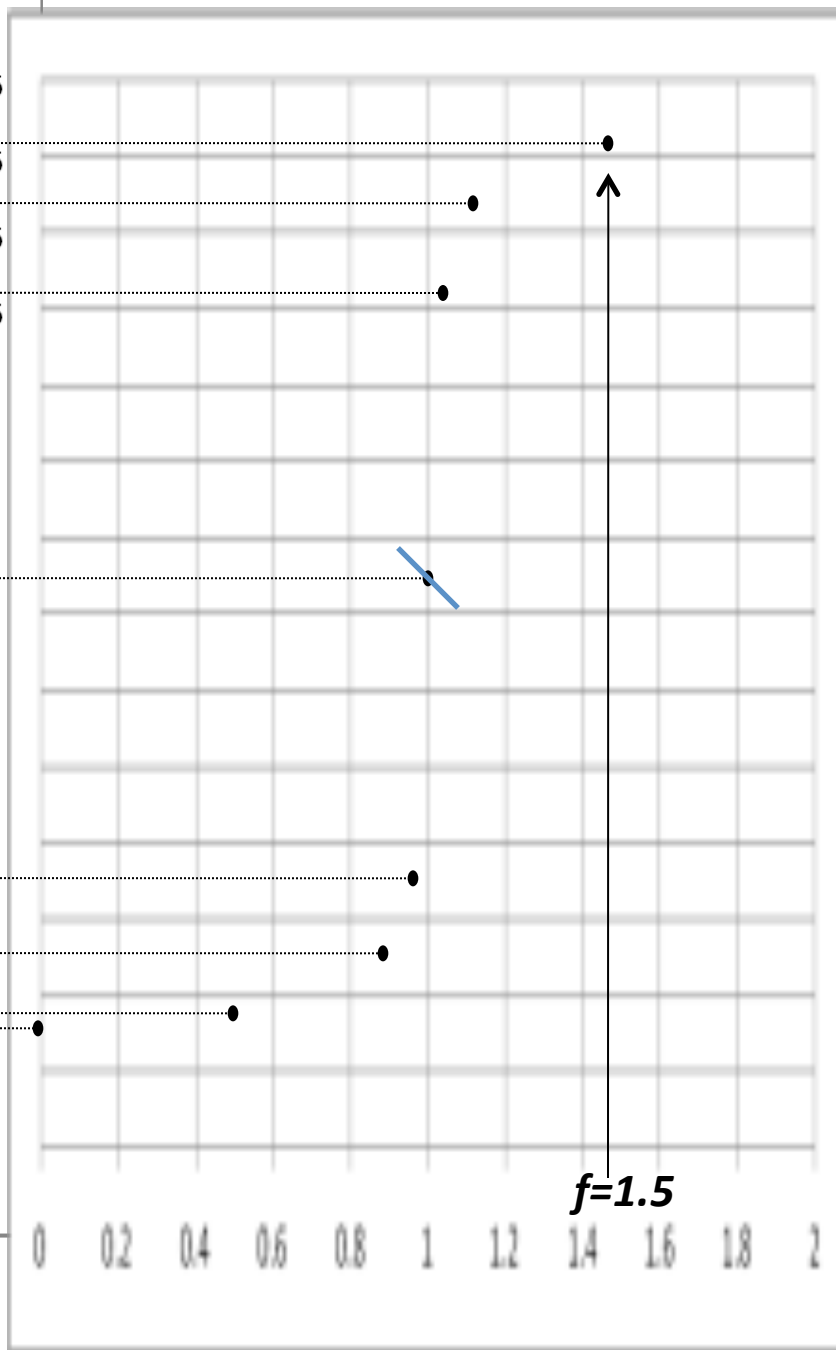
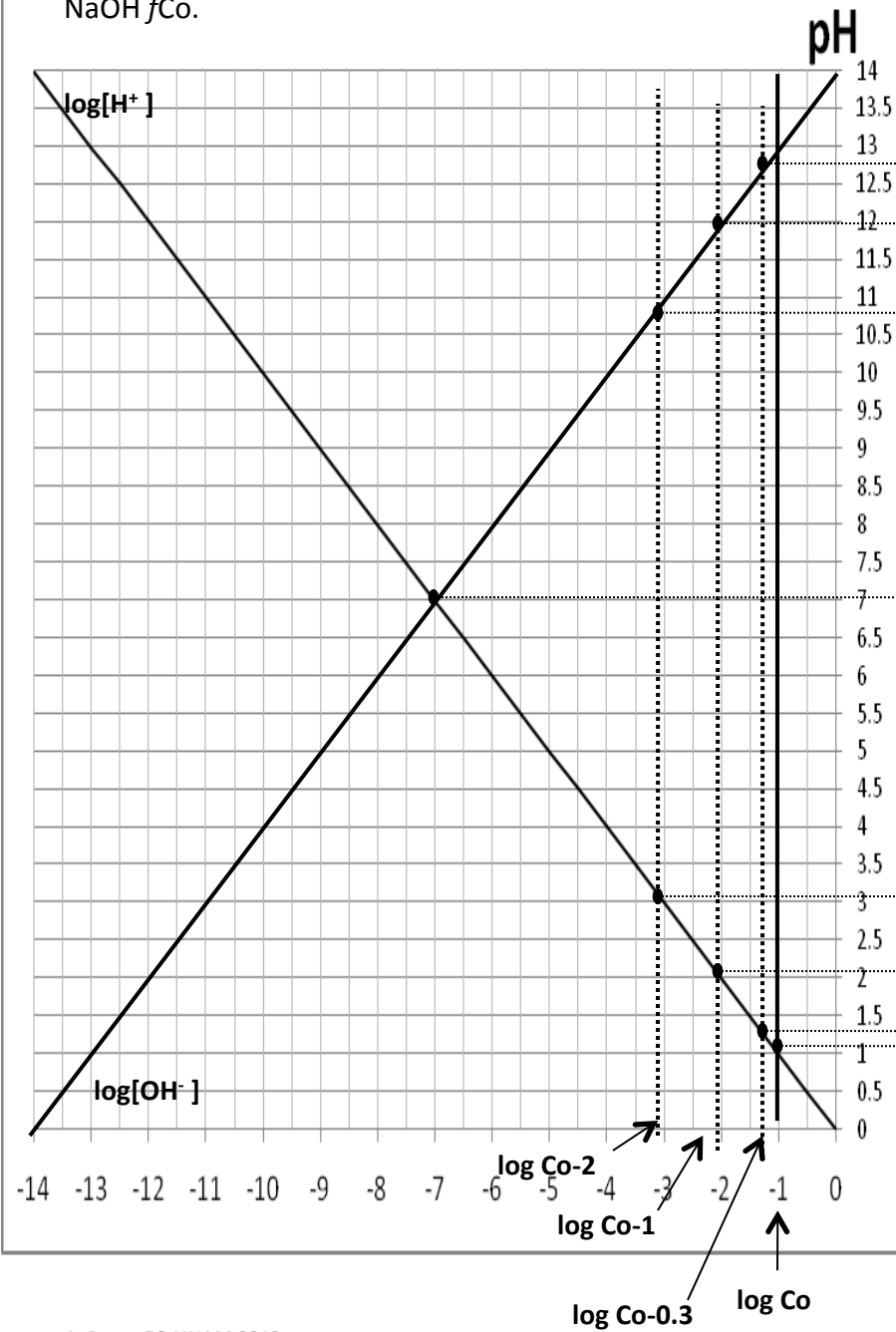
Al 150% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 50% de exceso. El ión OH^- continúa imponiendo el pH del medio. Ahora su concentración esta dada por:

$$\begin{aligned}[\text{OH}^-] &= C_0(f-1) \\ [\text{OH}^-]_{150\%} &= C_0(1.5-1) = 0.5C_0 = C_0/2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{OH}^-] &= \log (C_0/2) \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - \log 2 \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - 0.3\end{aligned}$$

por lo tanto el pH al 150% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 0.3$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

Titulación de HCl $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fCo .



Para $f = 2.0$:

Al 200% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 100% de exceso. El ión OH^- continúa imponiendo el pH del medio. Ahora su concentración esta dada por:

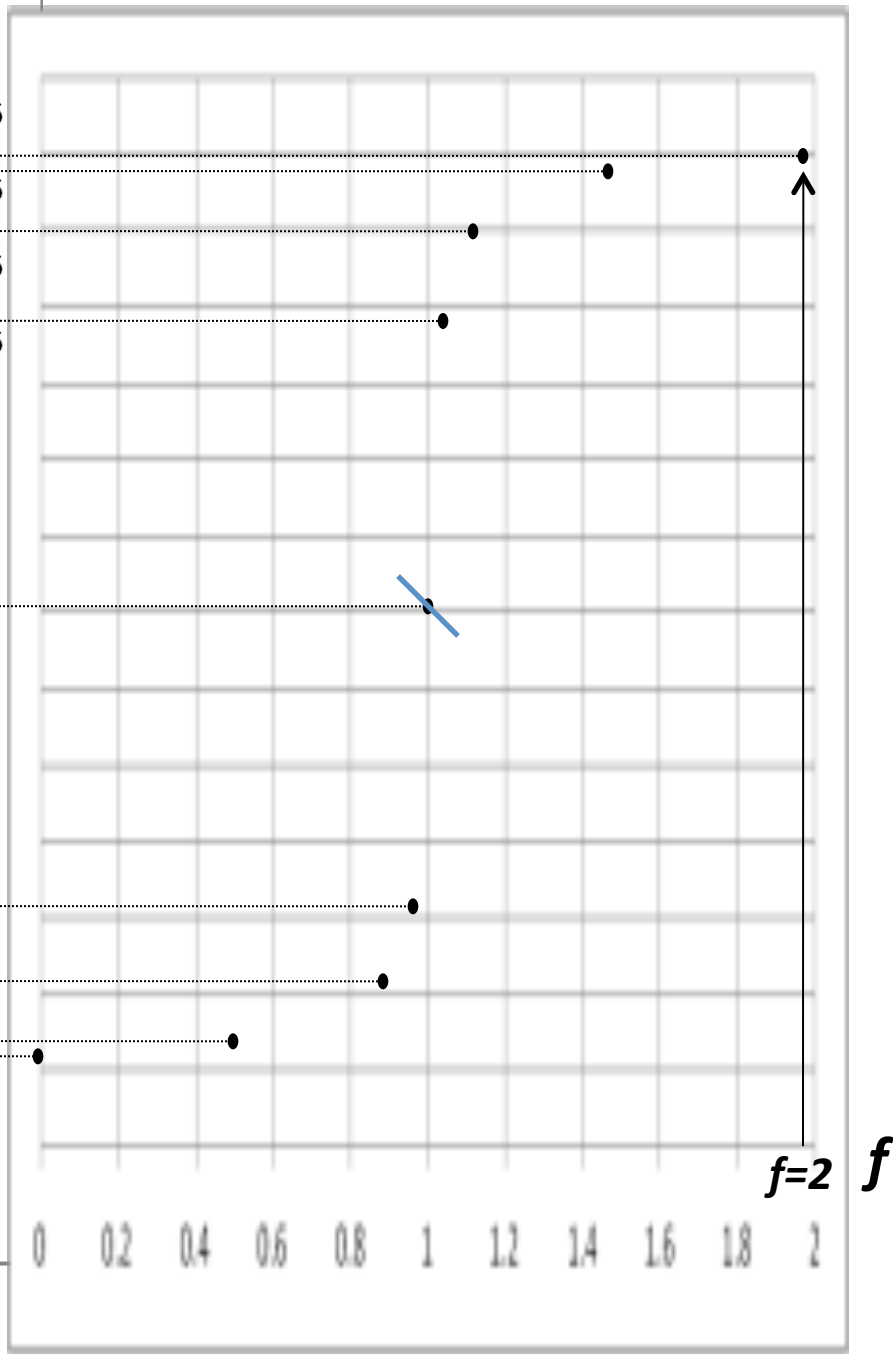
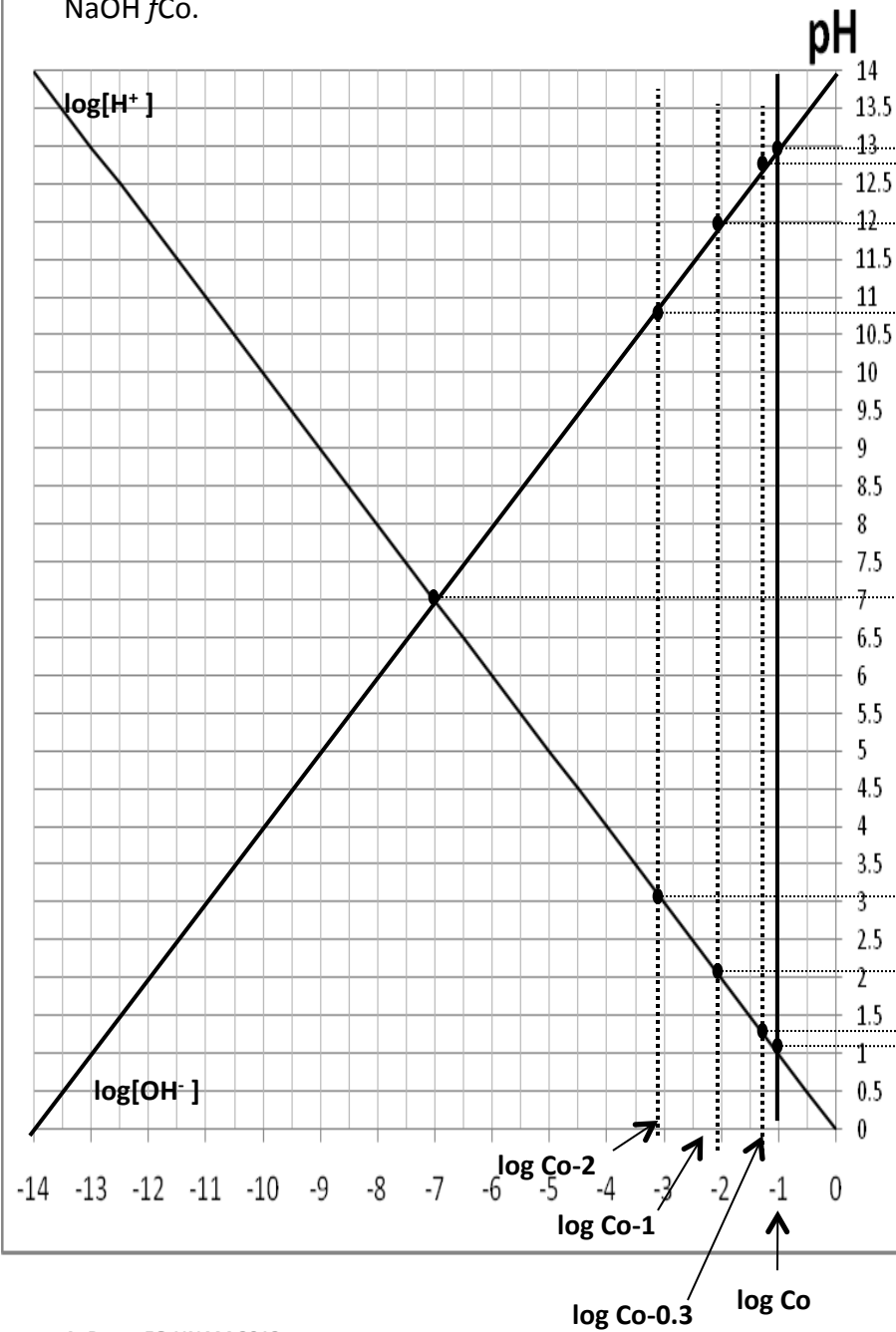
$$[\text{OH}^-] = C_0(f-1)$$

$$[\text{OH}^-]_{200\%} = C_0(2-1) = C_0$$

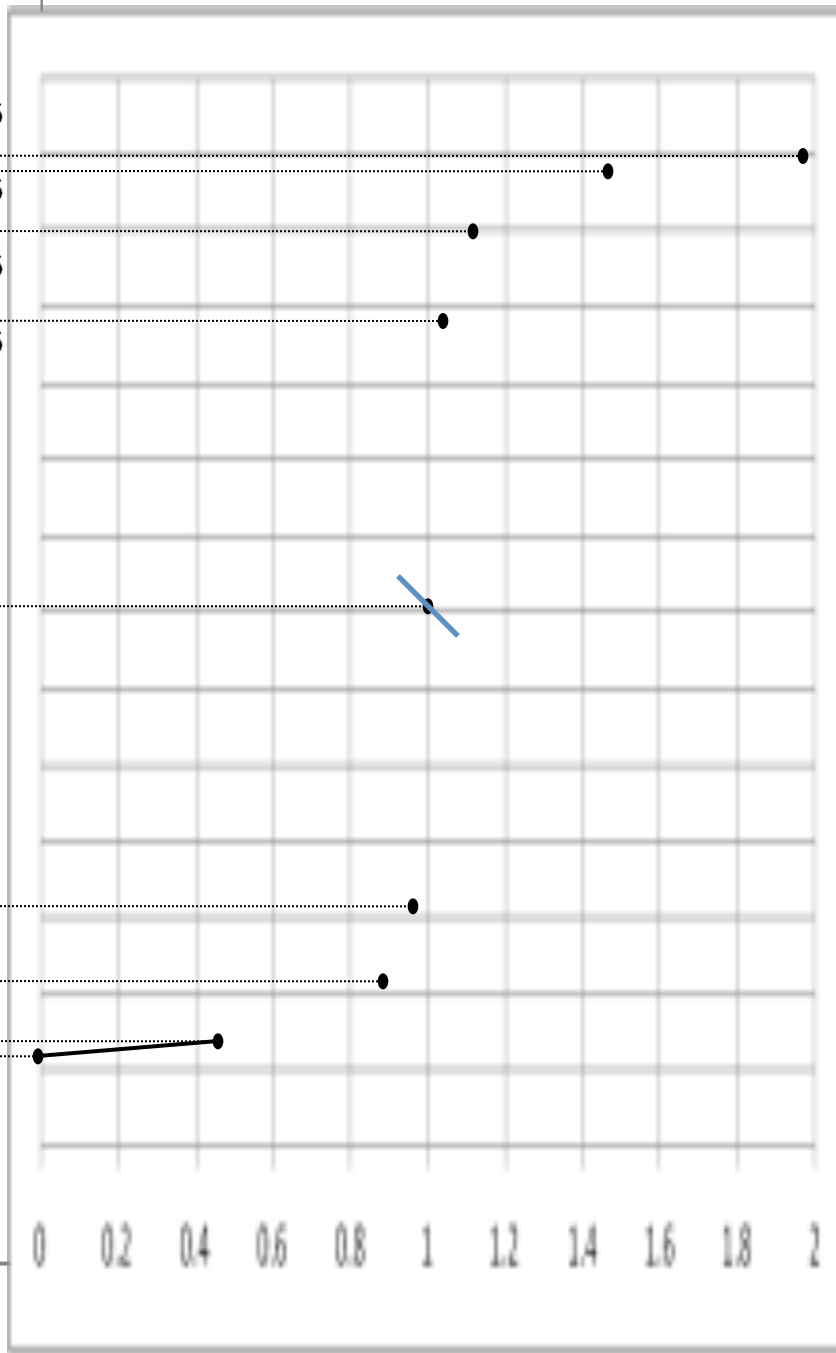
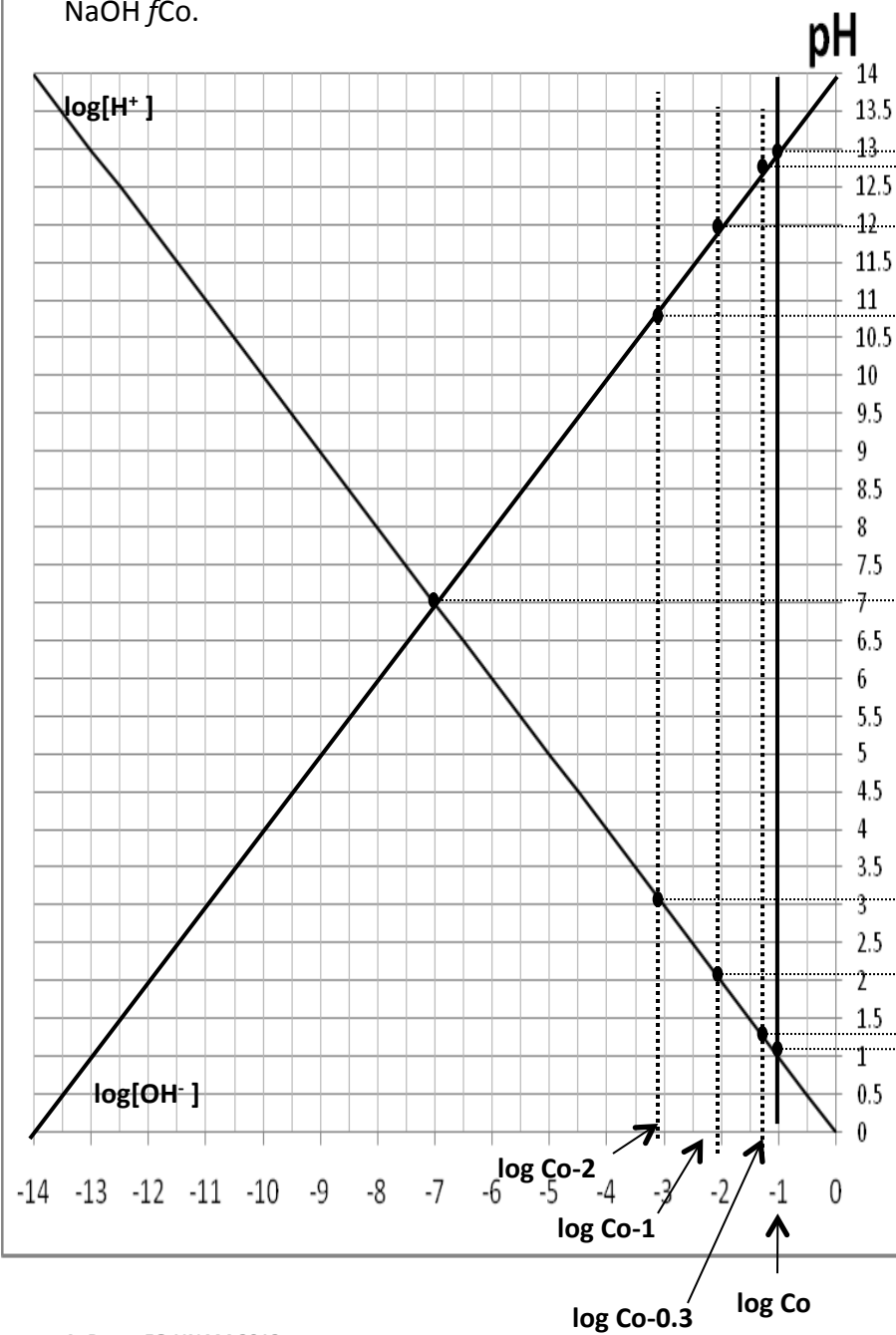
$$\log [\text{OH}^-] = \log C_0$$

por lo tanto el pH al 200% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

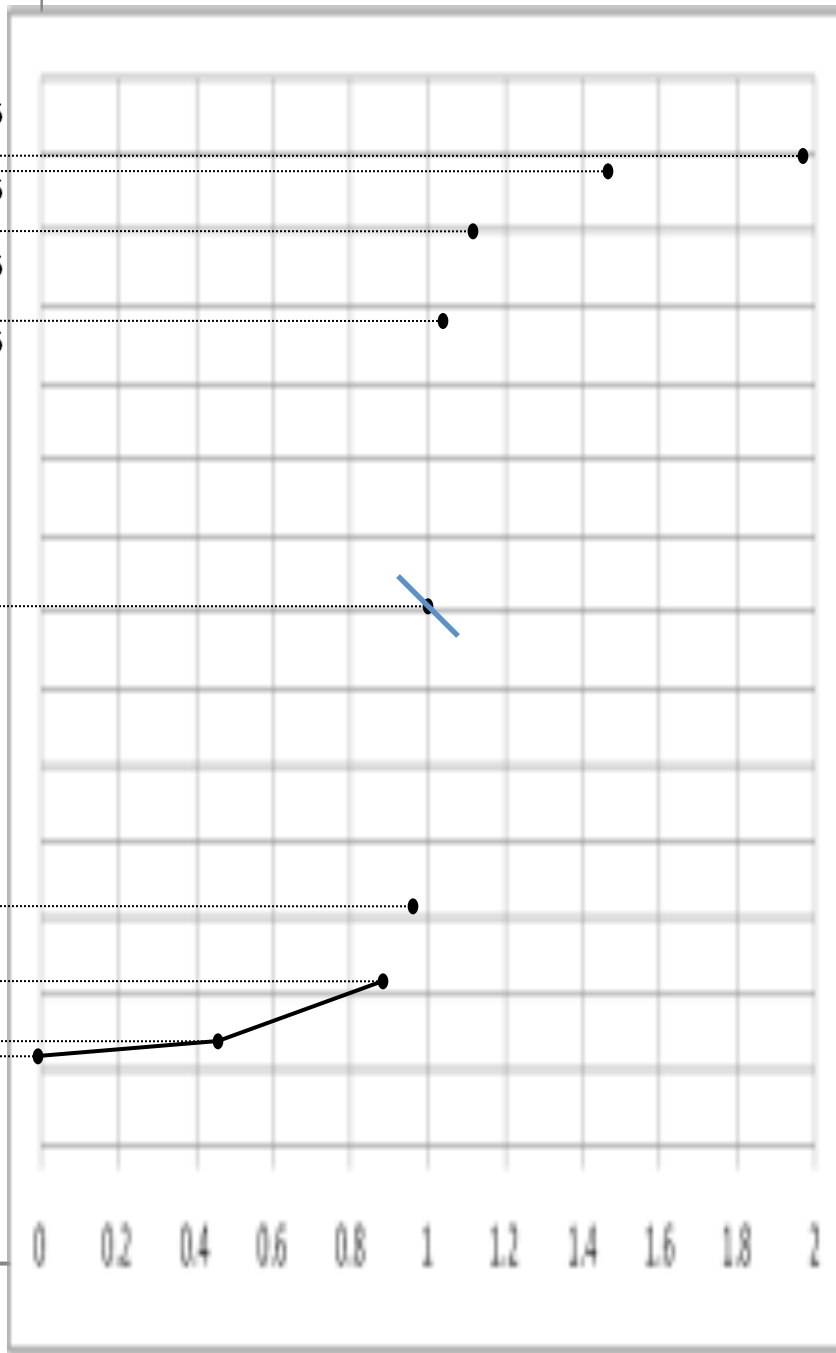
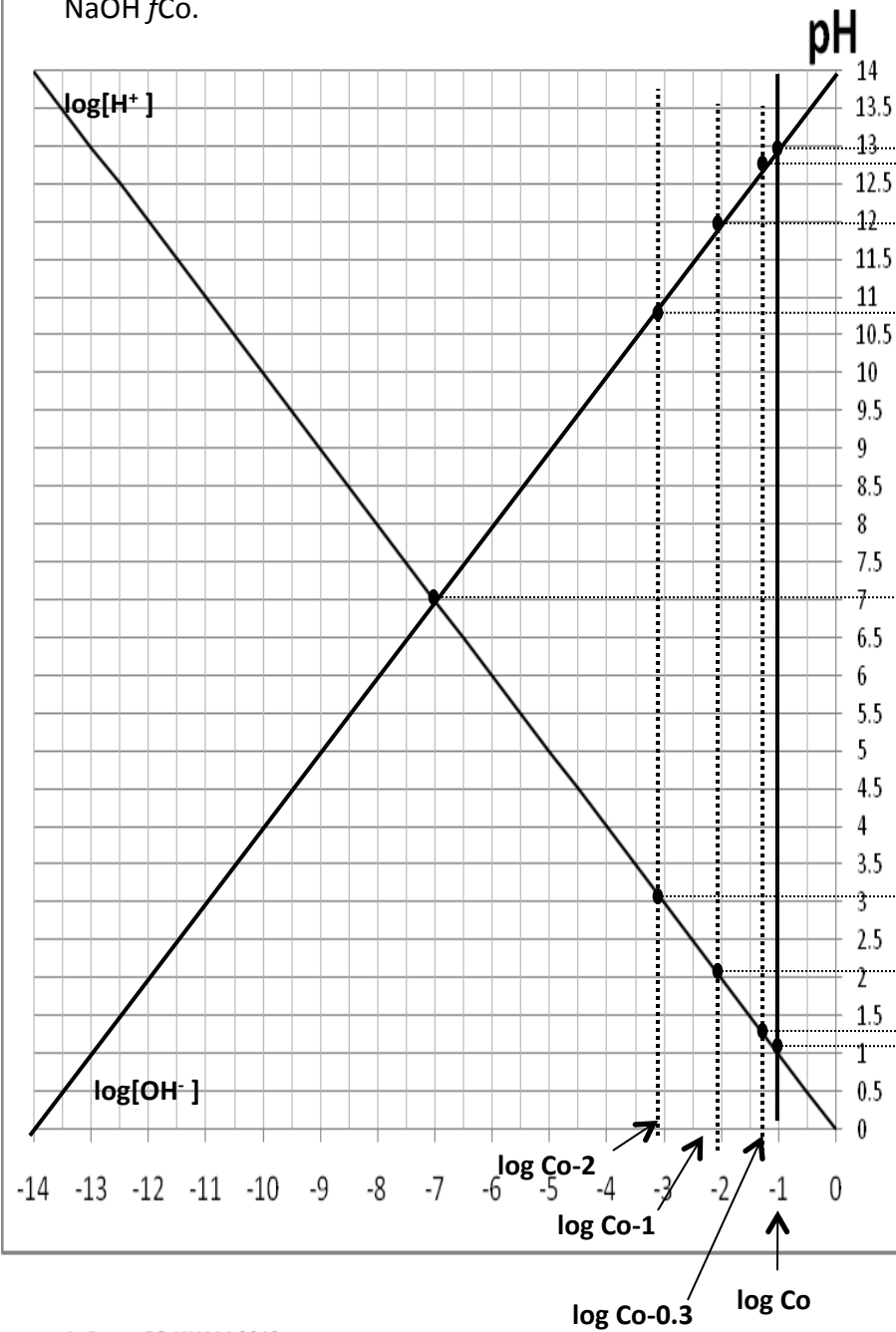


Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

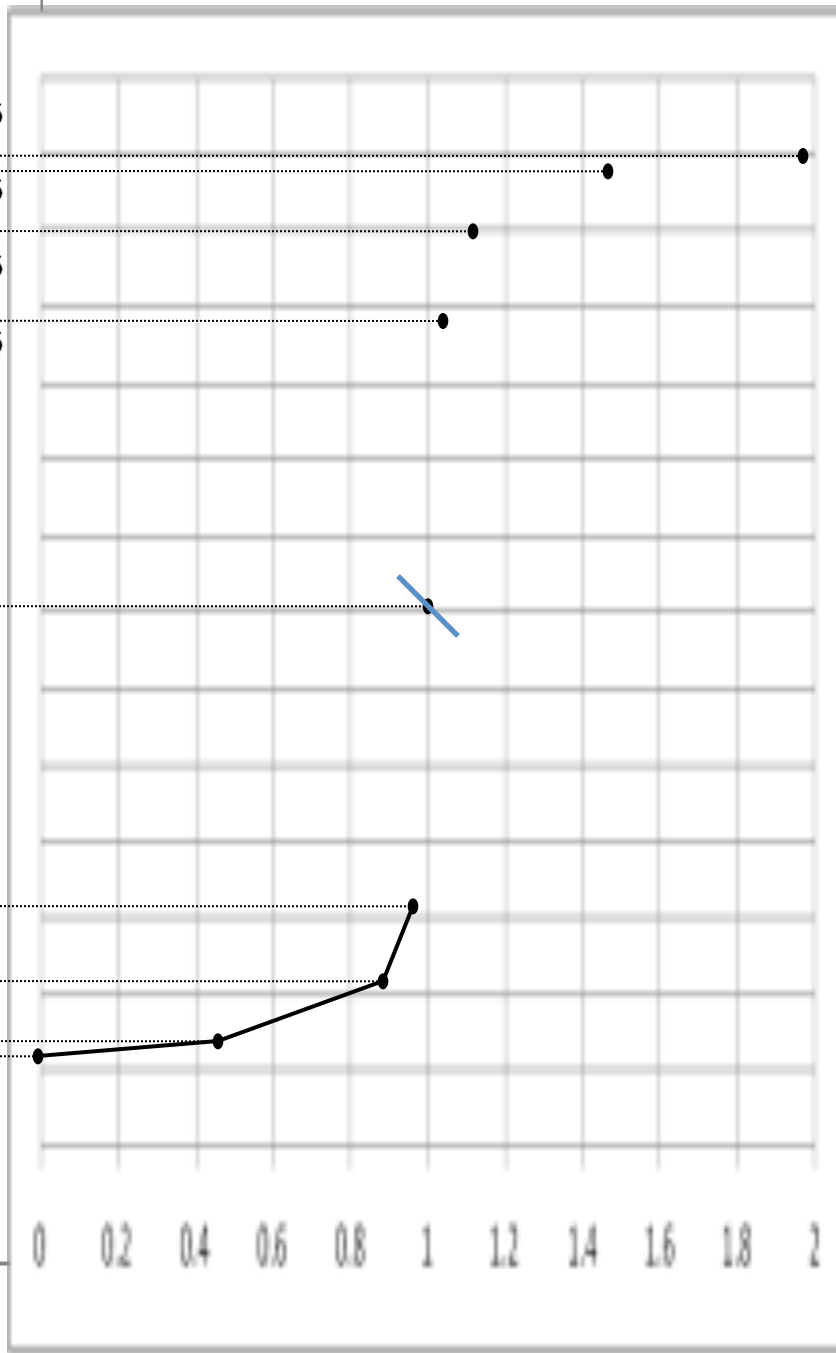
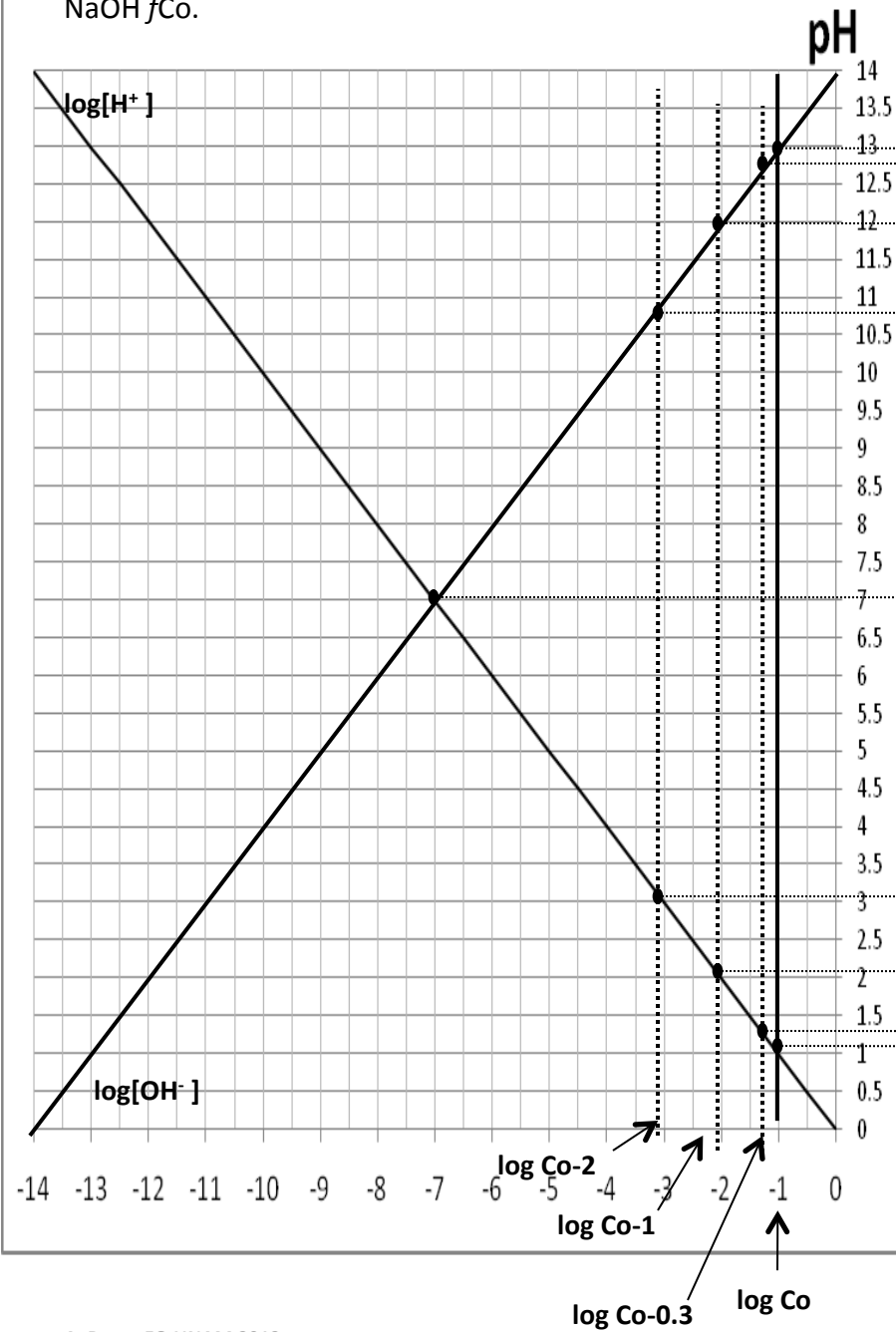


f

Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

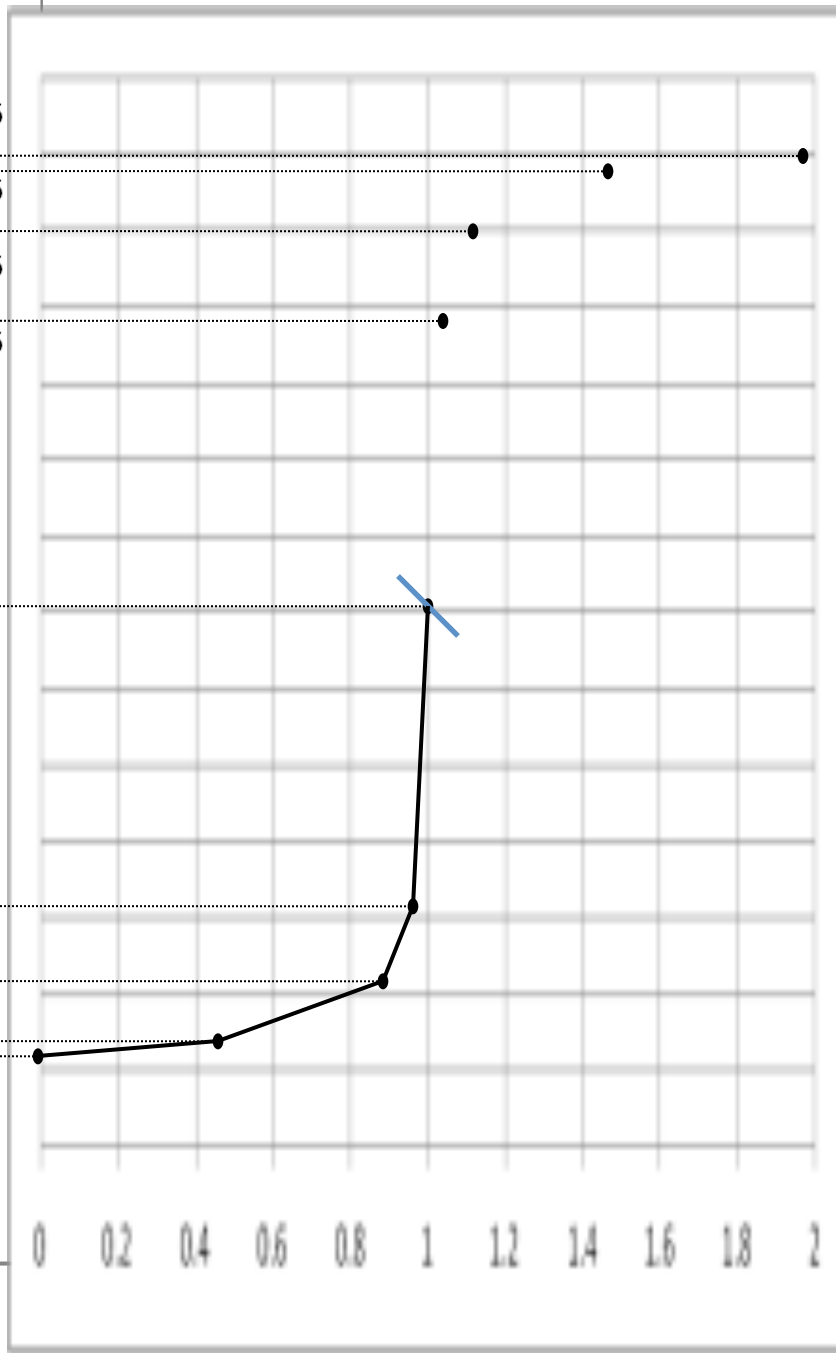
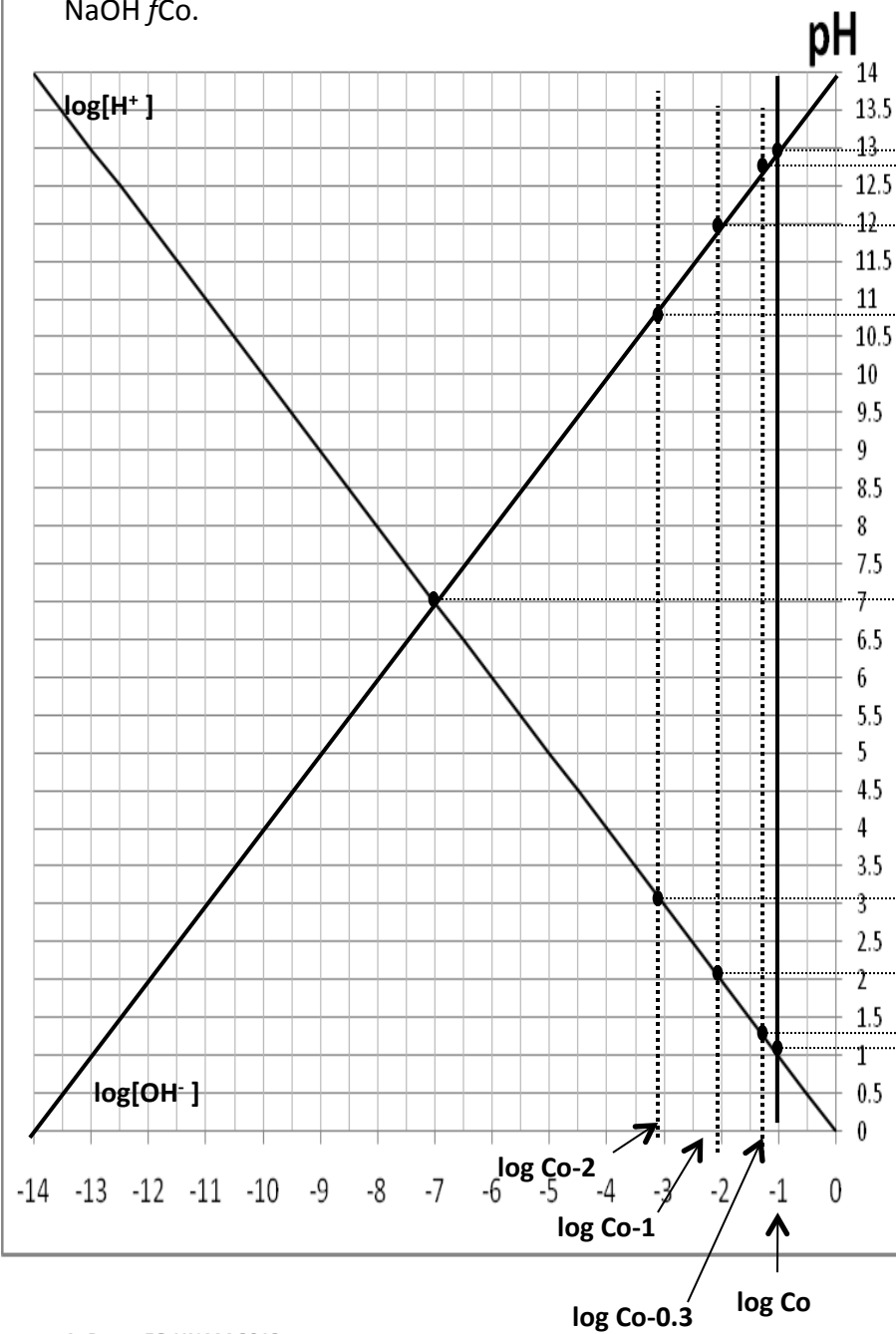


Titulación de HCl $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

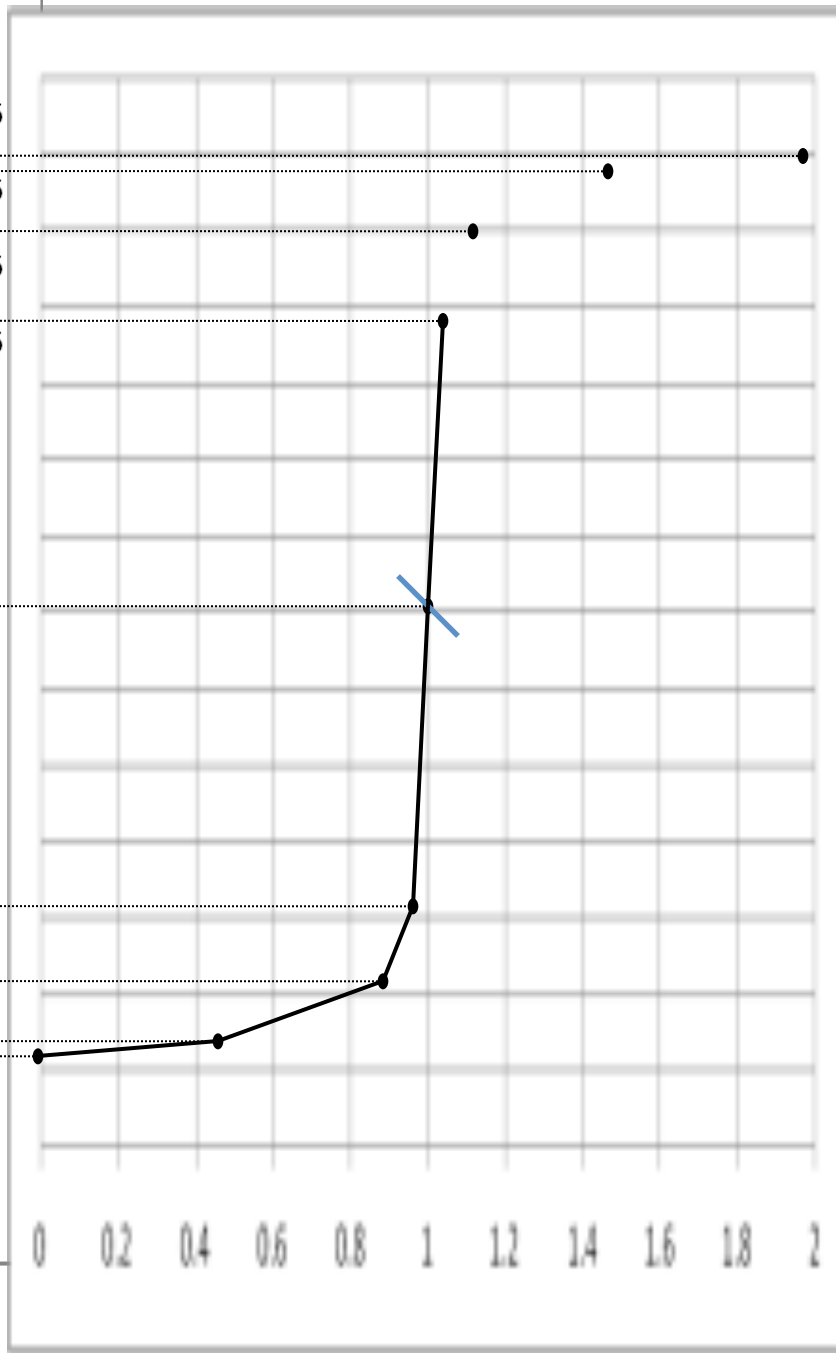
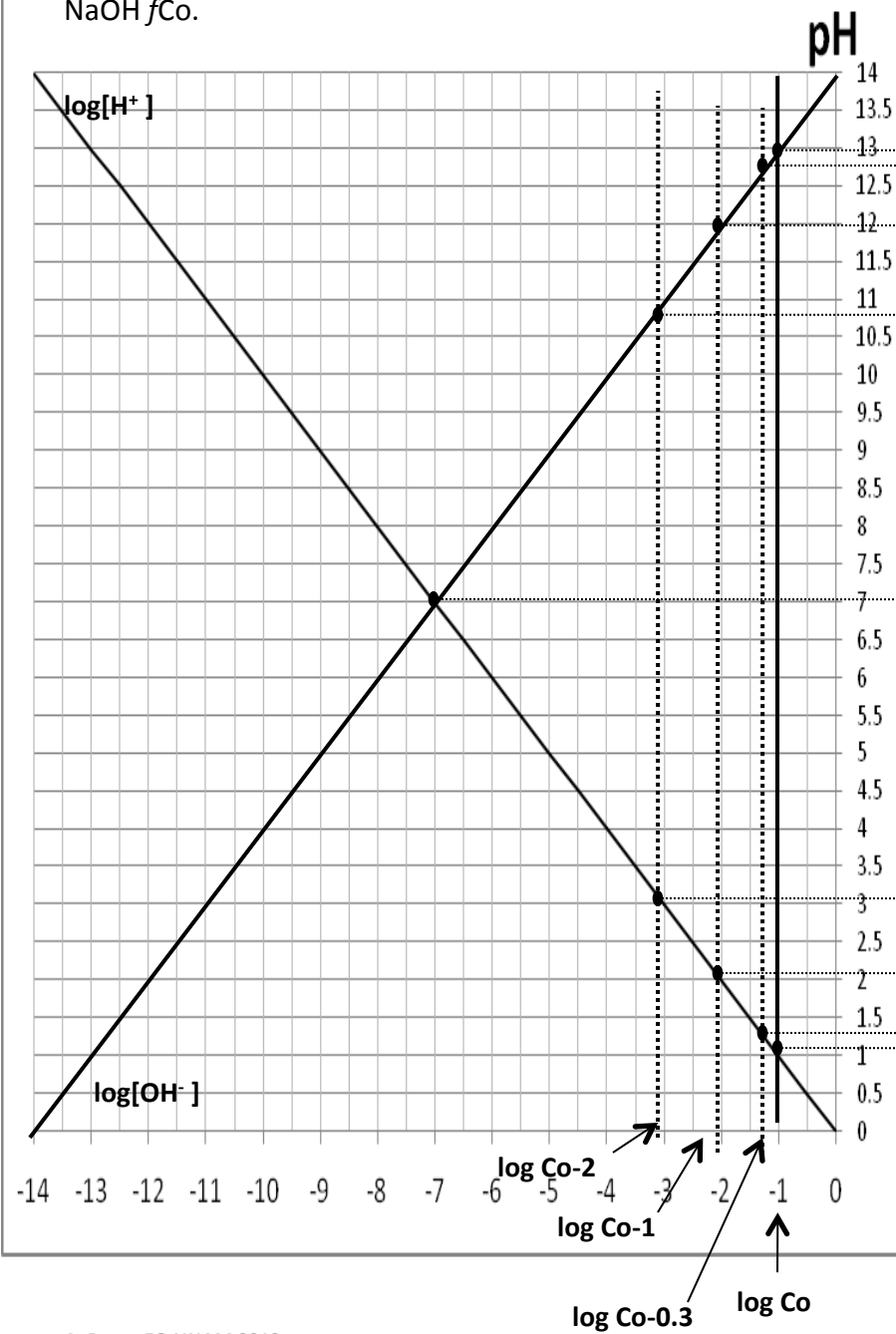


f

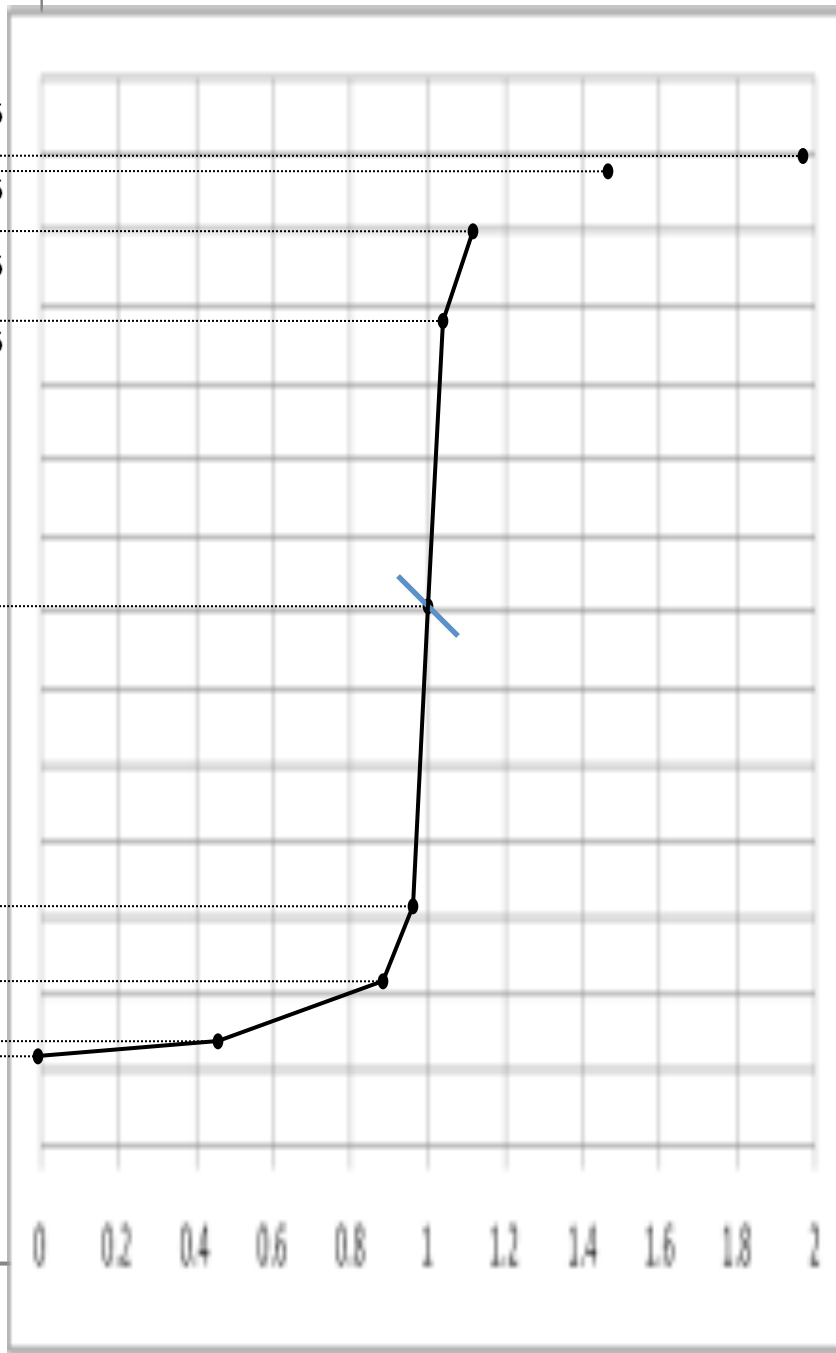
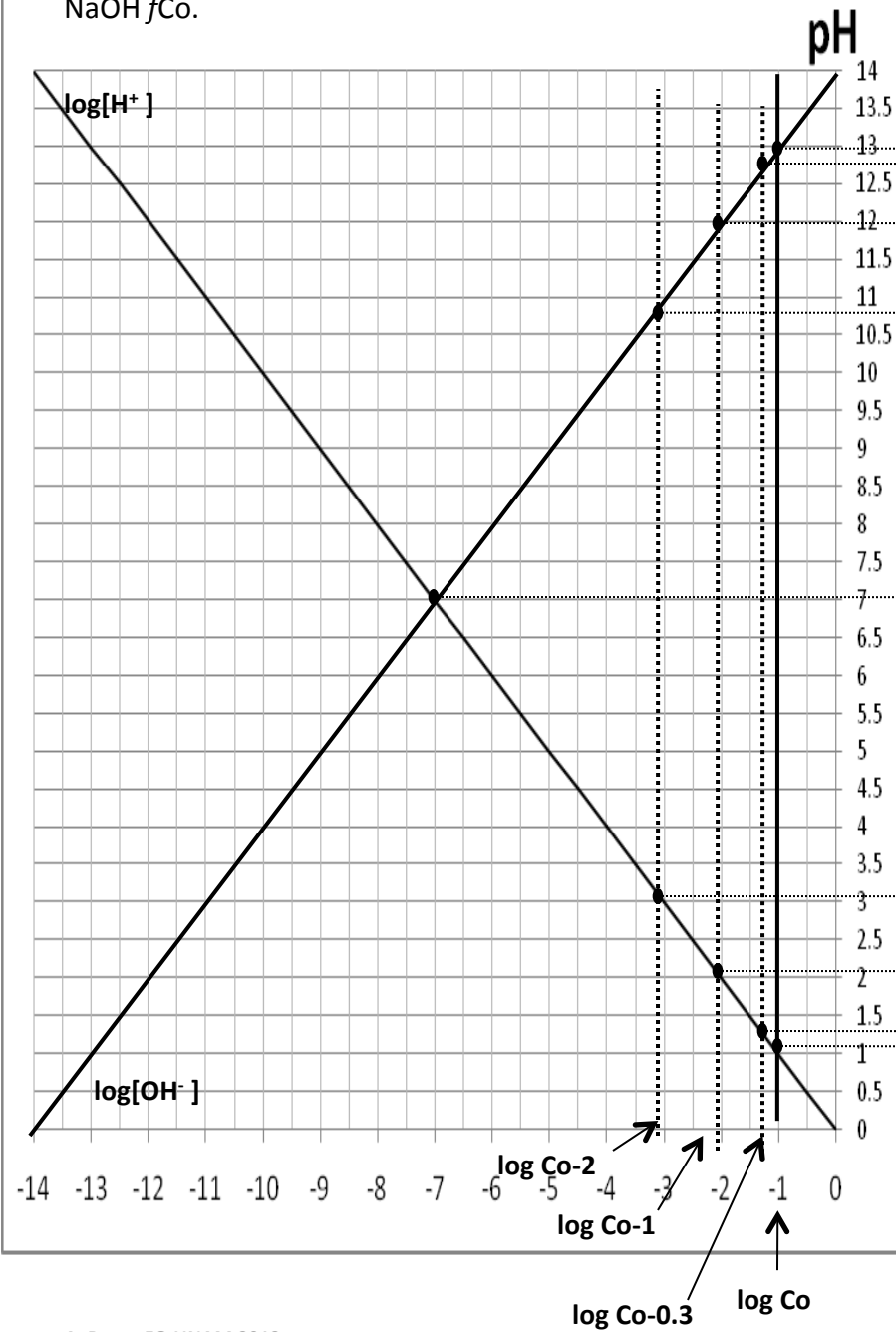
Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



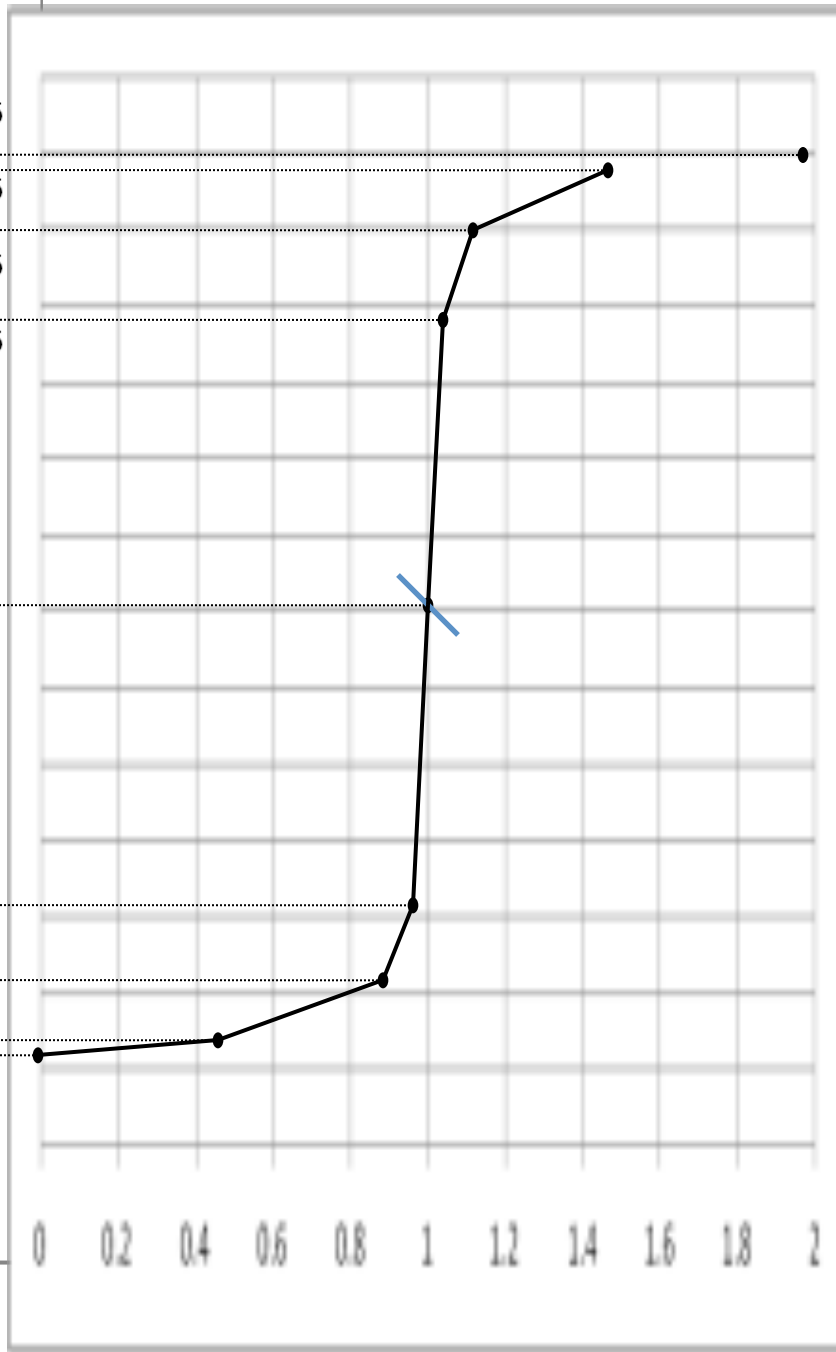
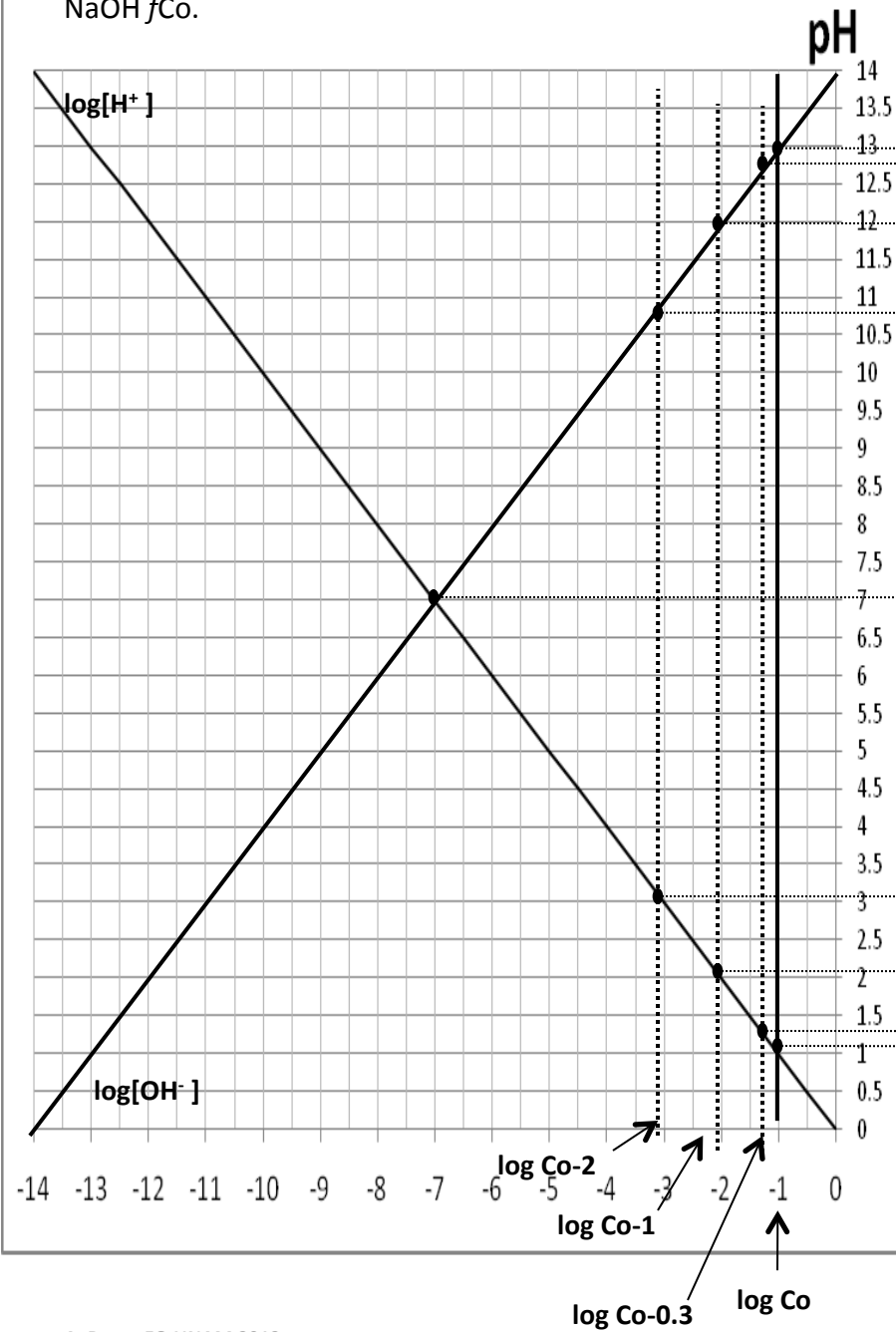
Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



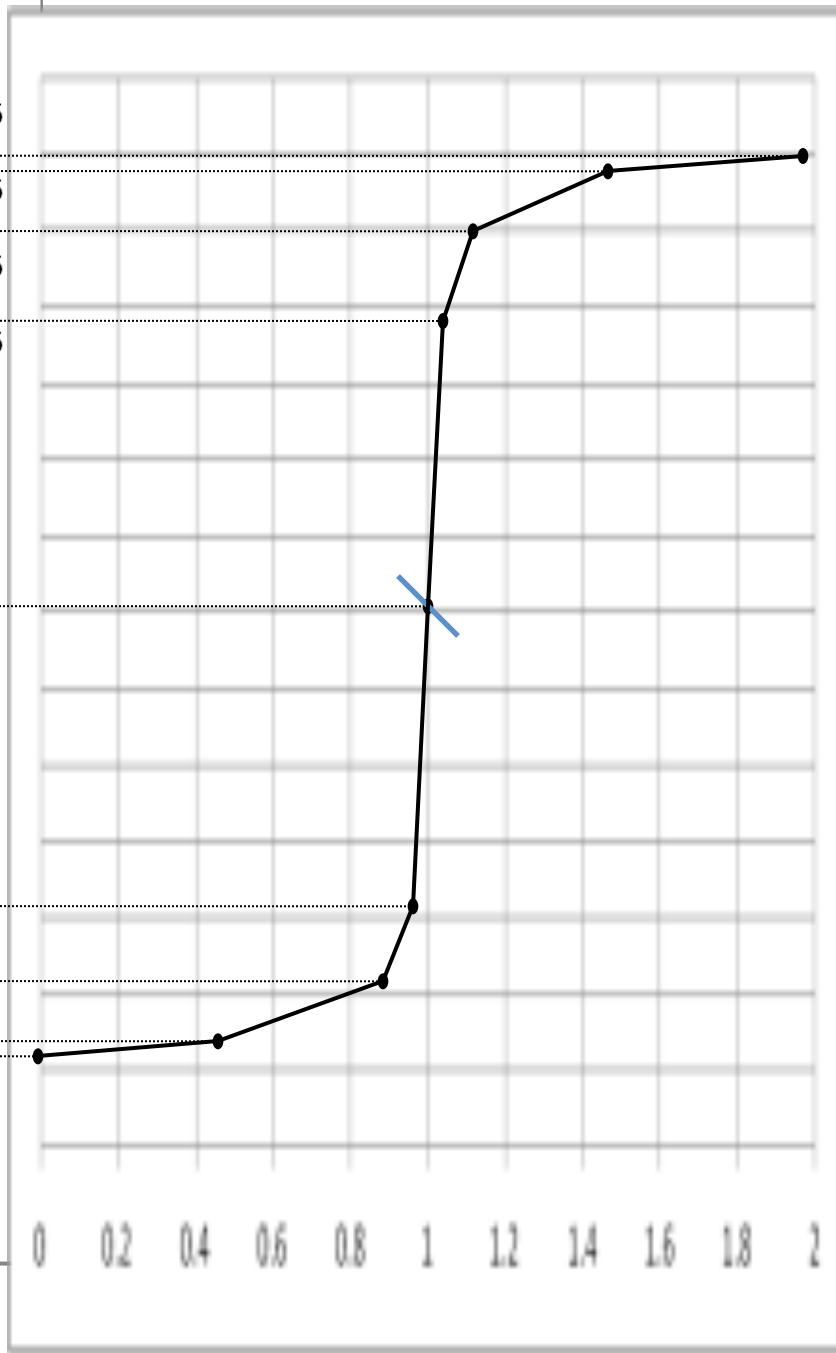
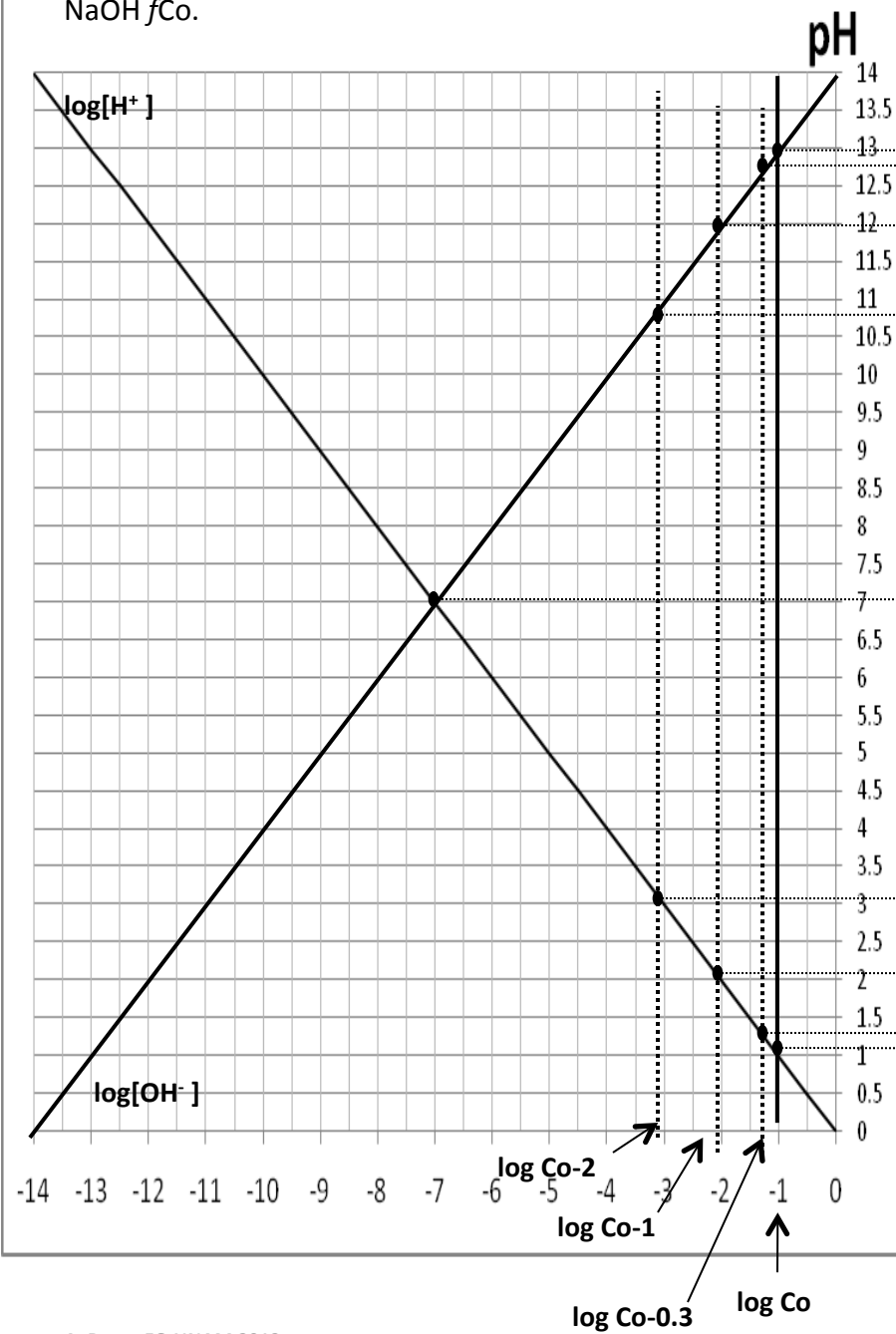
Titulación de HCl $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



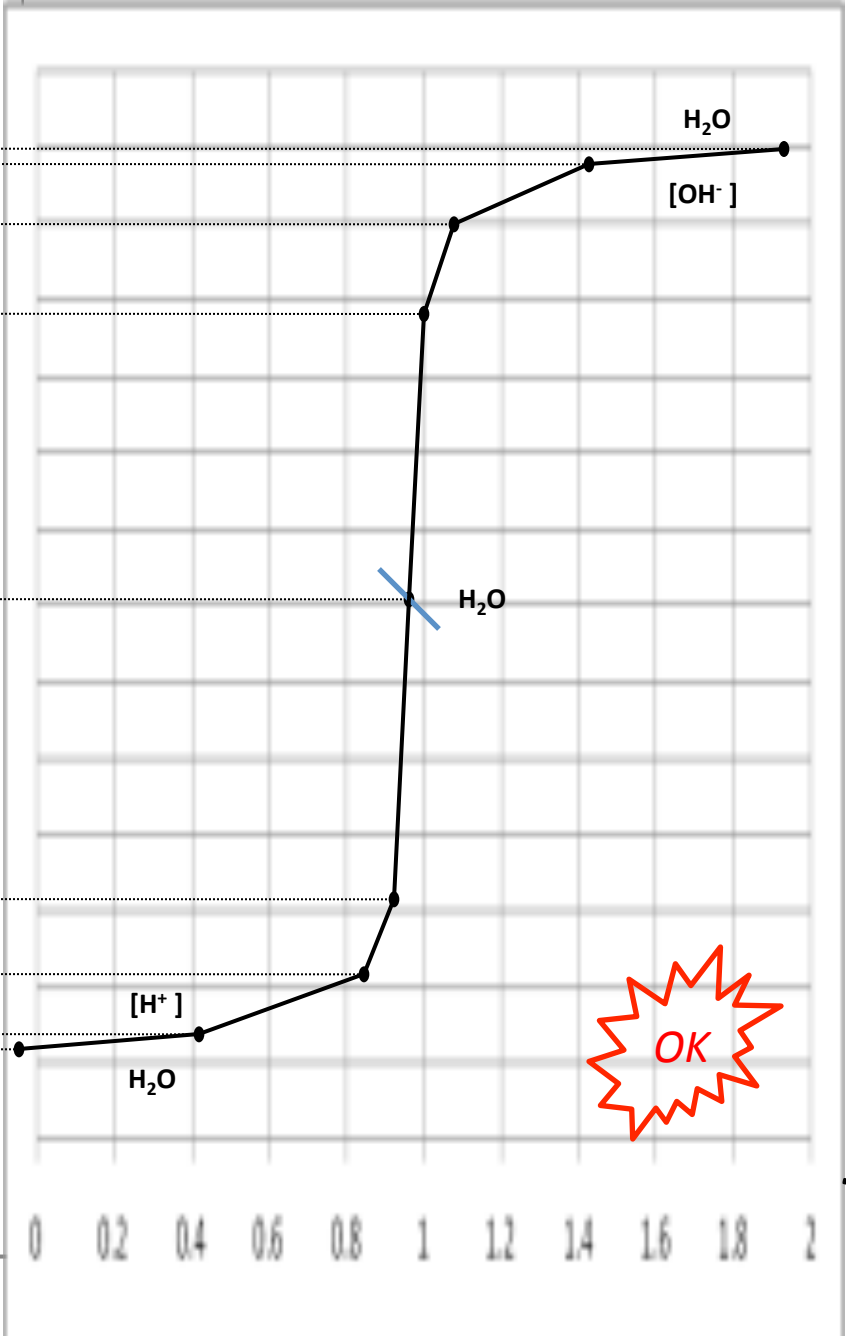
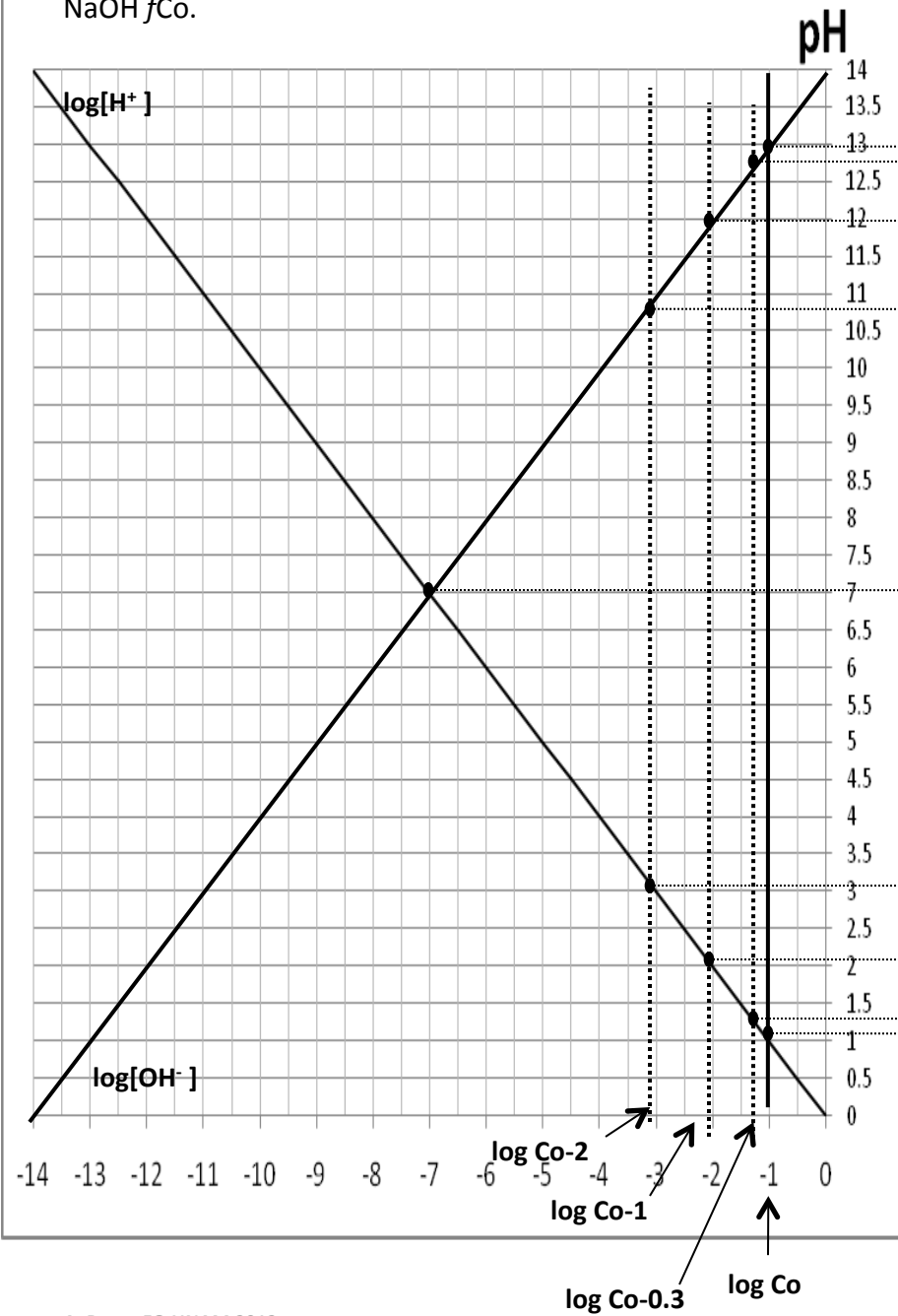
Titulación de HCl Co = 0.1 mol/L con NaOH f_{Co} .



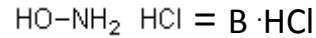
Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Titulación de HCl $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



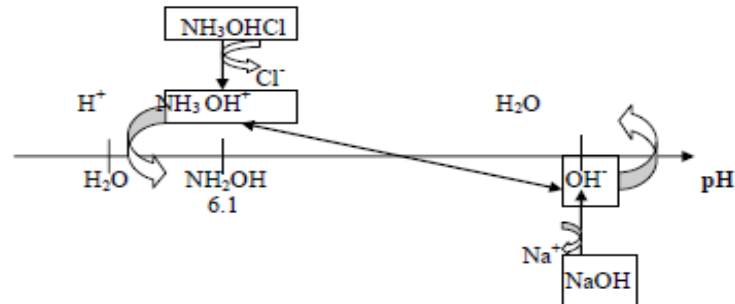
Titulación de clorhidrato de hidroxilamina, BHCl , $\text{pK}_a \cong 6$, $\text{C}_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH $f\text{C}_o$.



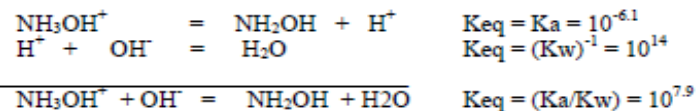
ó bien cloruro de hidroxilamonio = $(\text{HO-NH}_3^+) \text{Cl}^- = \text{HBCl}$

Ejemplo 2. Evolución del pH durante la adición de una base nivelada (es decir totalmente *fuerte*, por ejemplo el NaOH) a un ácido no-nivelado, es decir parcialmente disociado, por ejemplo el ión hidroxilamonio, NH_3OH^+ , de $\text{pK}_a = 6.1$ que está débilmente disociado, $(\log \text{K}_a/\text{C}_o) = -5.1$.

a) predicción de la reacción operativa con una escala de reactividad de pH:



b) Cálculo de la K_{eq} de la reacción operativa aplicando la Ley de Hess:



c) Elaboración de la tabla de variación de especies en función de C_o y f para el inicio, antes del punto de equivalencia, *a.p.e.*, al punto de equivalencia *p.e.* y después del punto de equivalencia, *d.p.e.*:

	NH_3OH^+	+	OH^-	=	NH_2OH	+	H_2O
Inicio	C_o						55.5 M
Agreg			$f\text{C}_o$				
a.p.e.	$\text{C}_o(1-f)$		$\approx 0 = \epsilon$		$f\text{C}_o$		$\approx 55.5 \text{ M}$
p.e.	ϵ_1		ϵ_1		C_o		$\approx 55.5 \text{ M}$
d.p.e...	ϵ_2		$\text{C}_o(f-1)$		C_o		$\approx 55.5 \text{ M}$

Se trazan las rectas de las especies:

$$\log [H^+] = -\text{pH}$$
$$\log [OH^-] = -14 + \text{pH}$$

las líneas:

$$\log Co$$

$$\log Co - 0.3$$

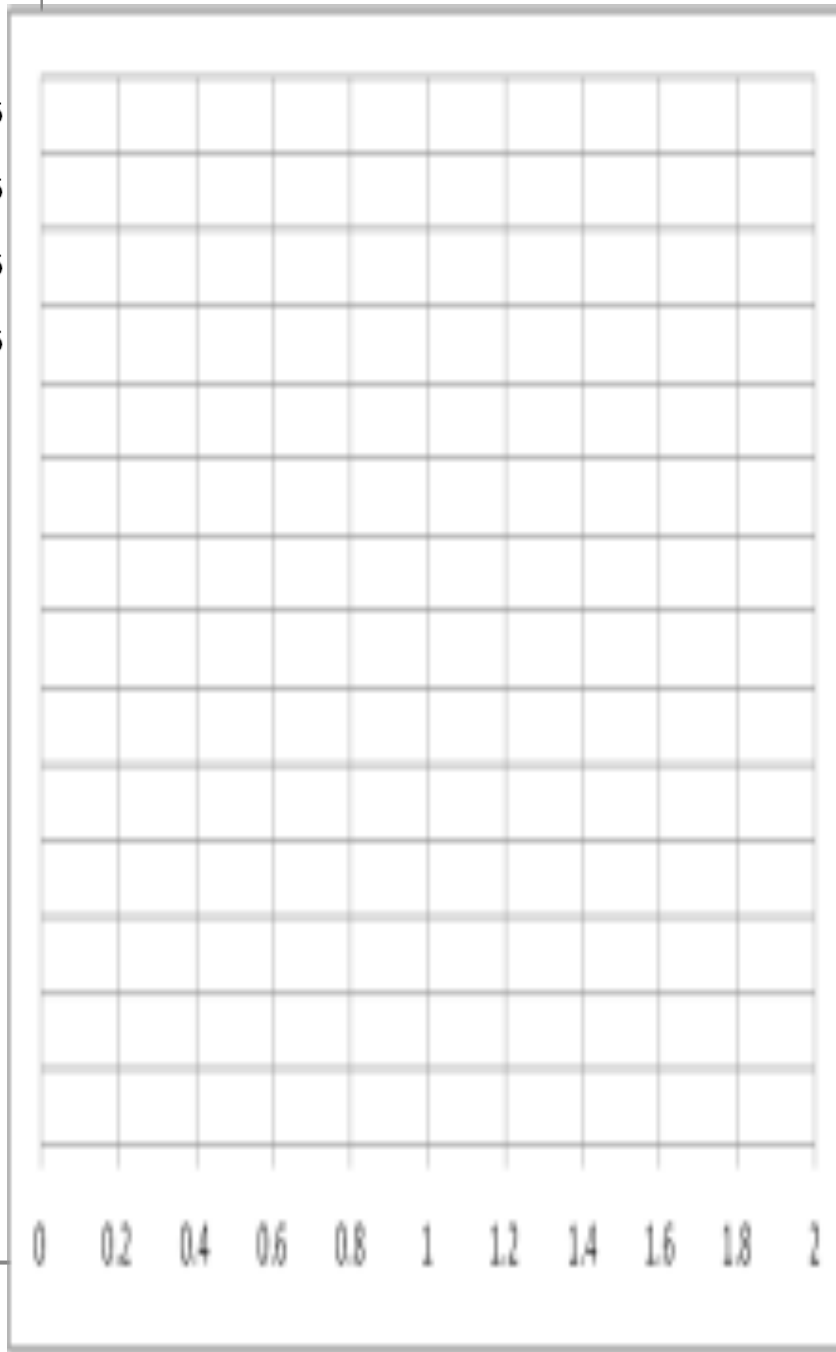
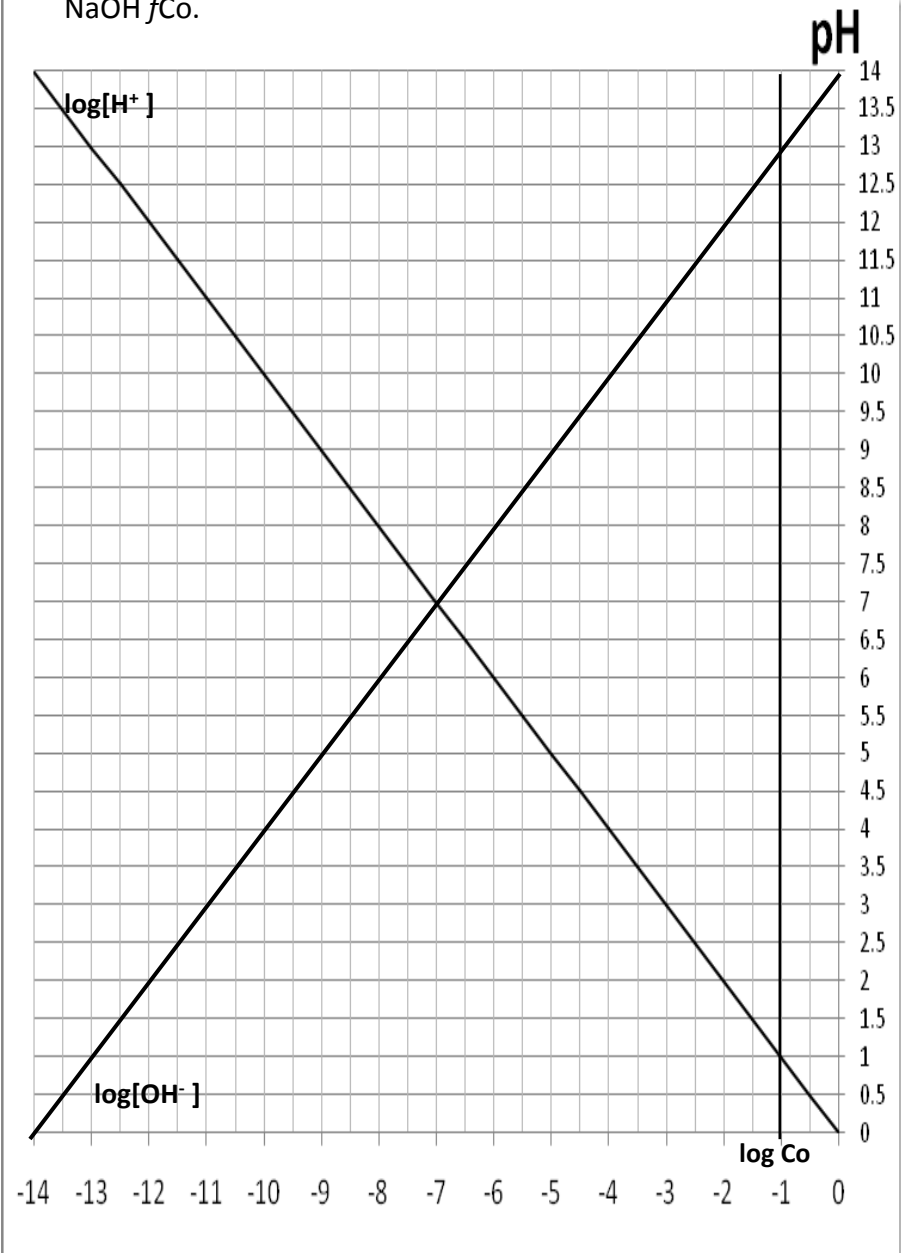
$$\log Co - 1$$

Y la coordenada, (x,y):

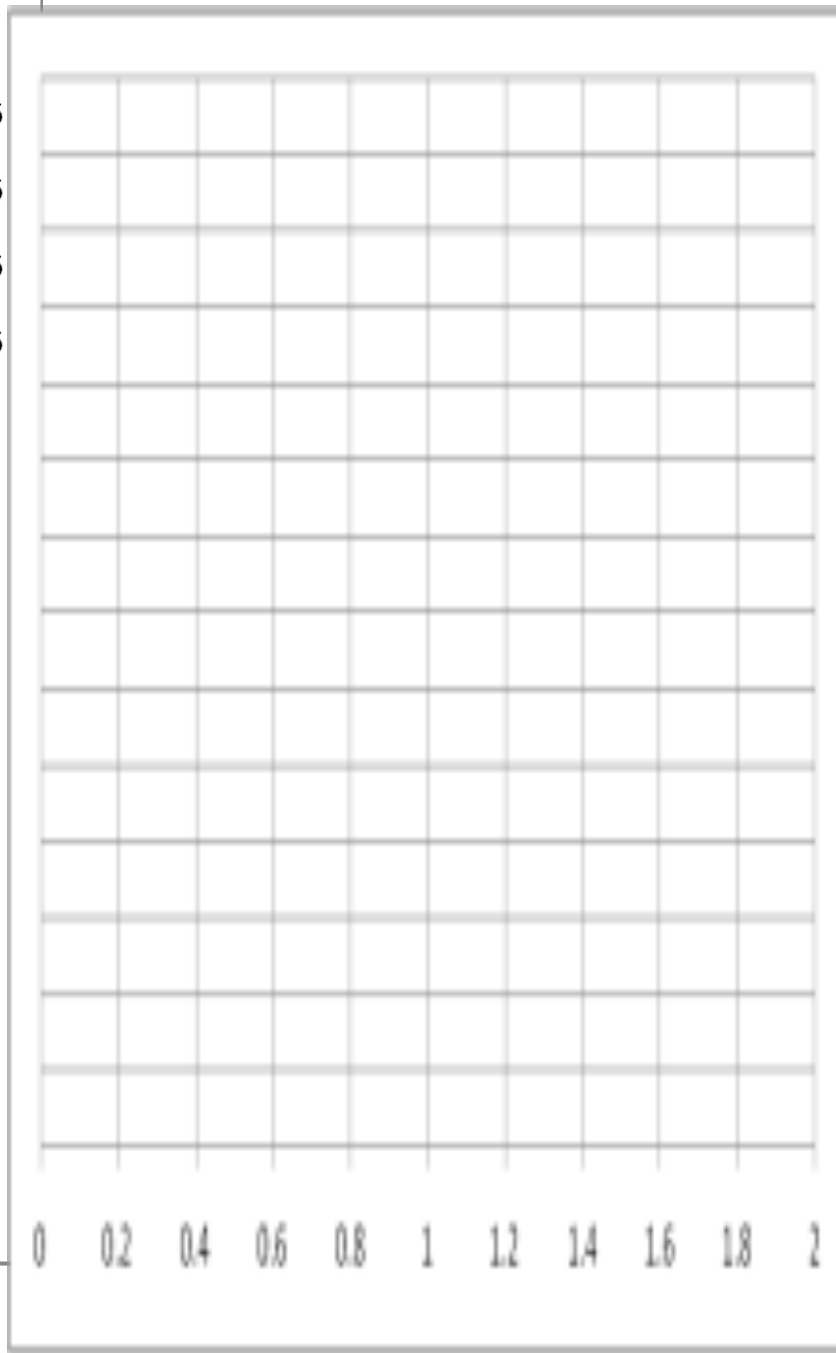
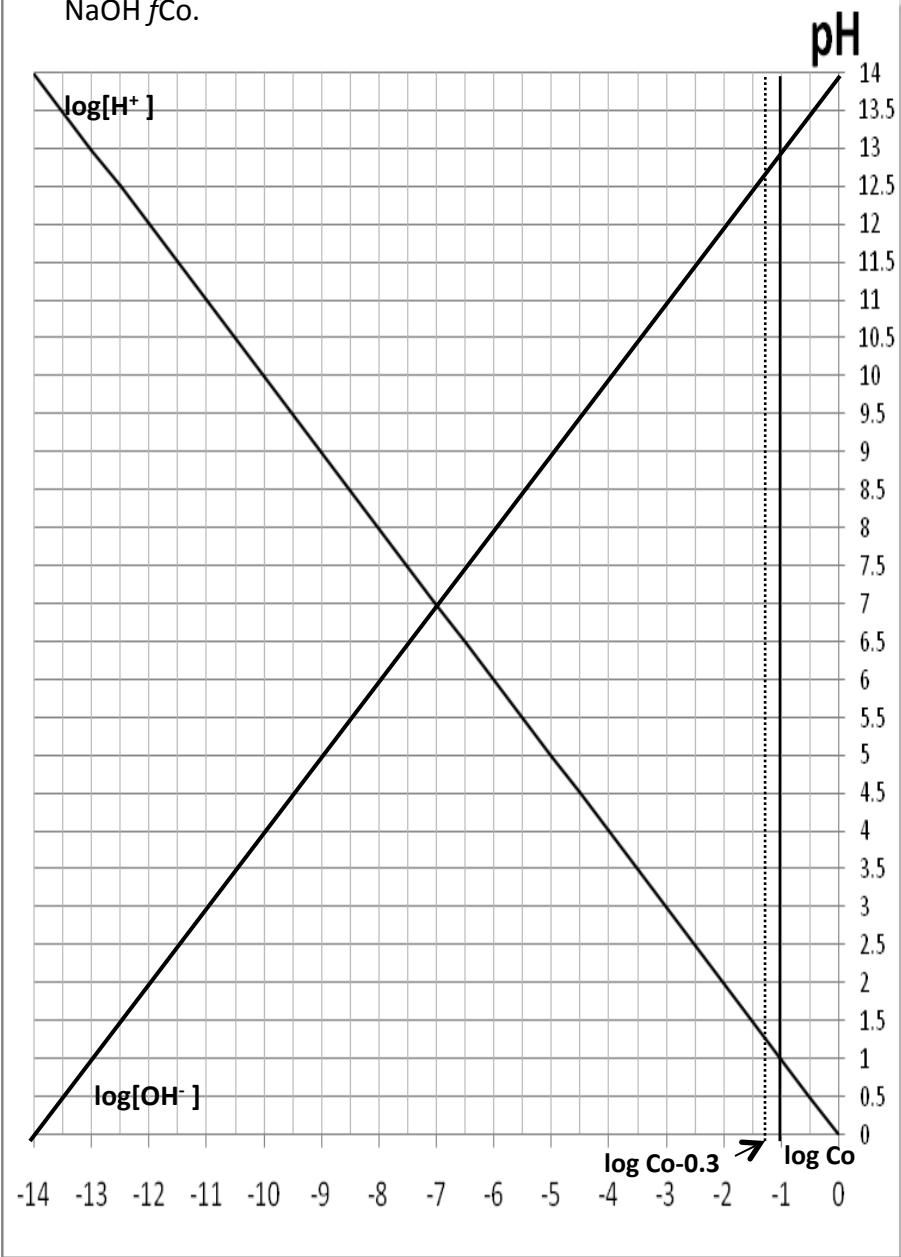
$$(pKa, \log Co)$$

i punto del sistema!

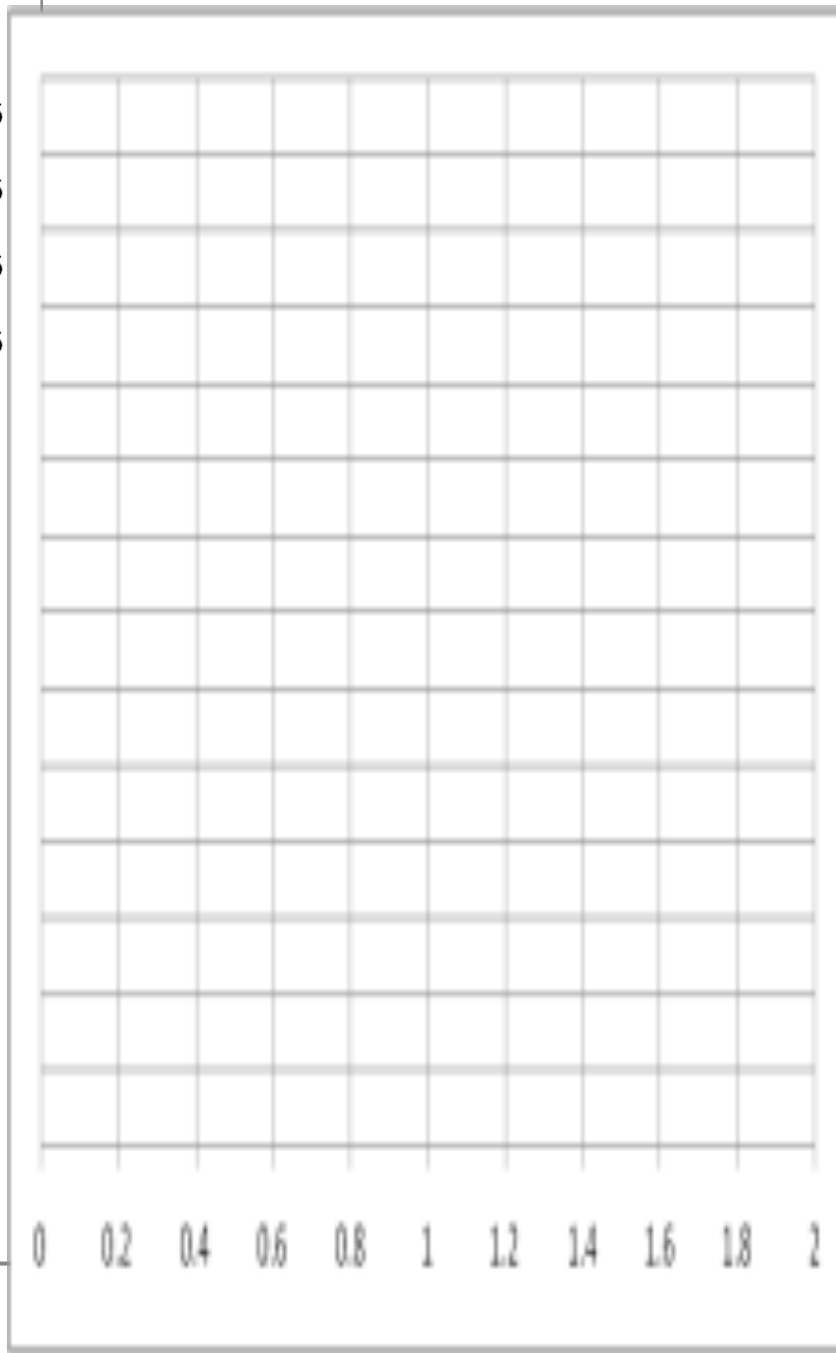
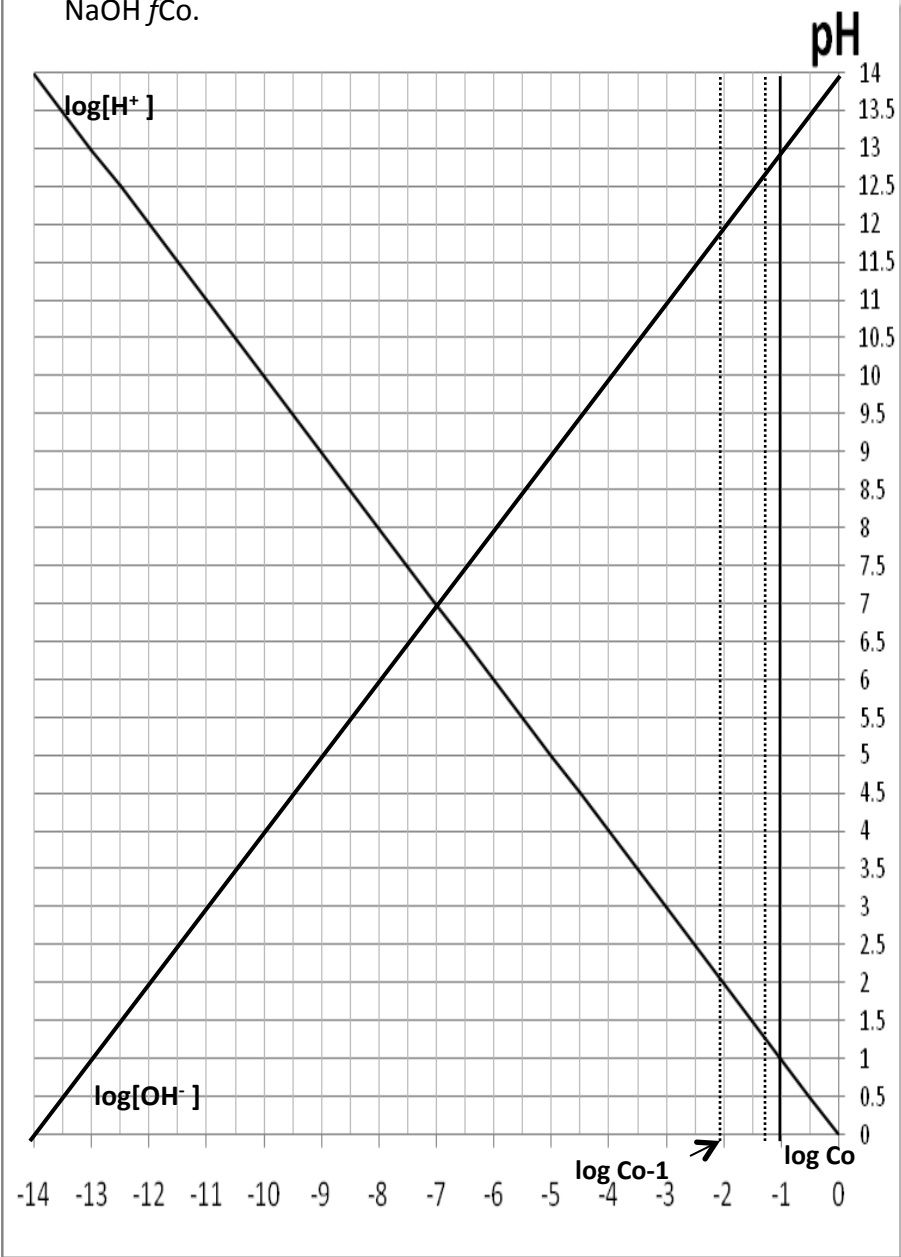
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



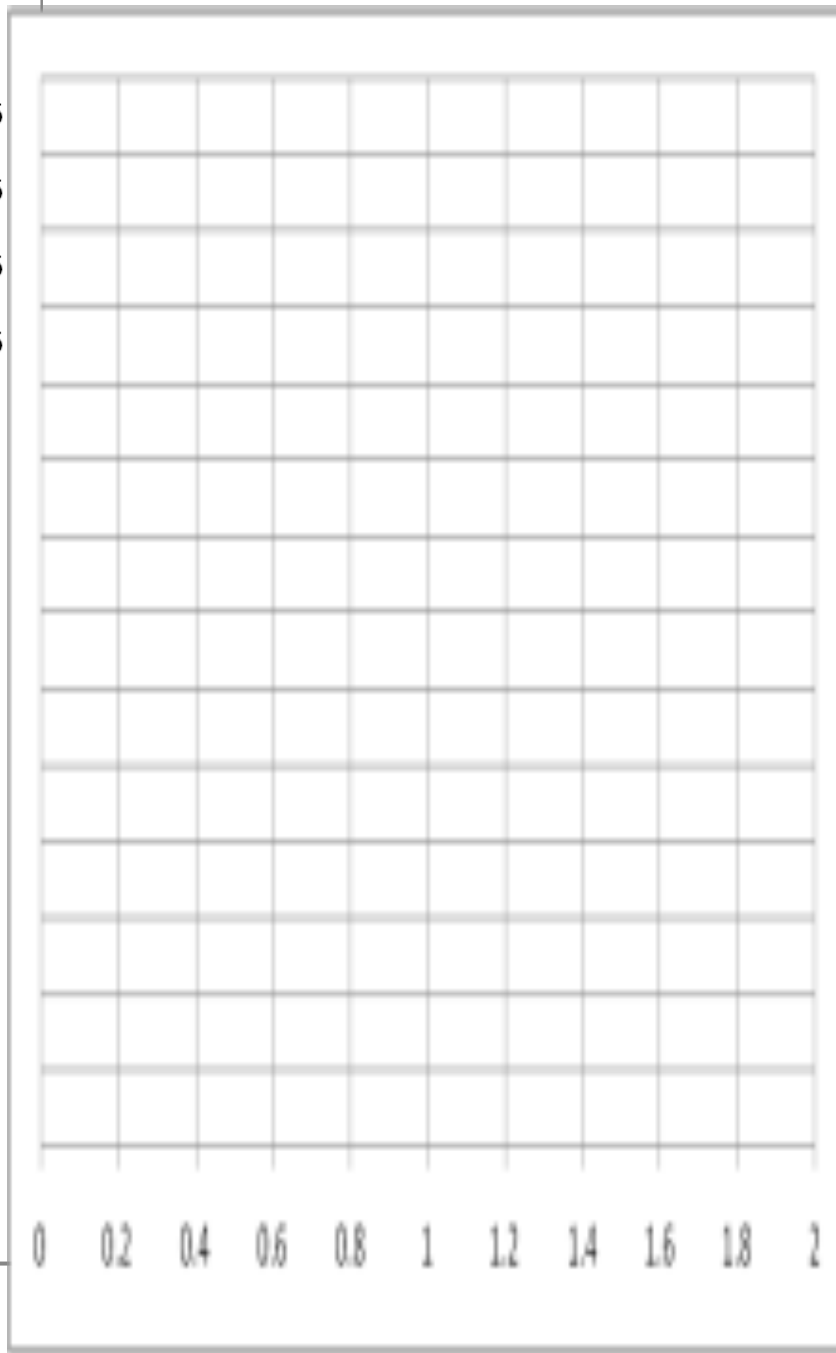
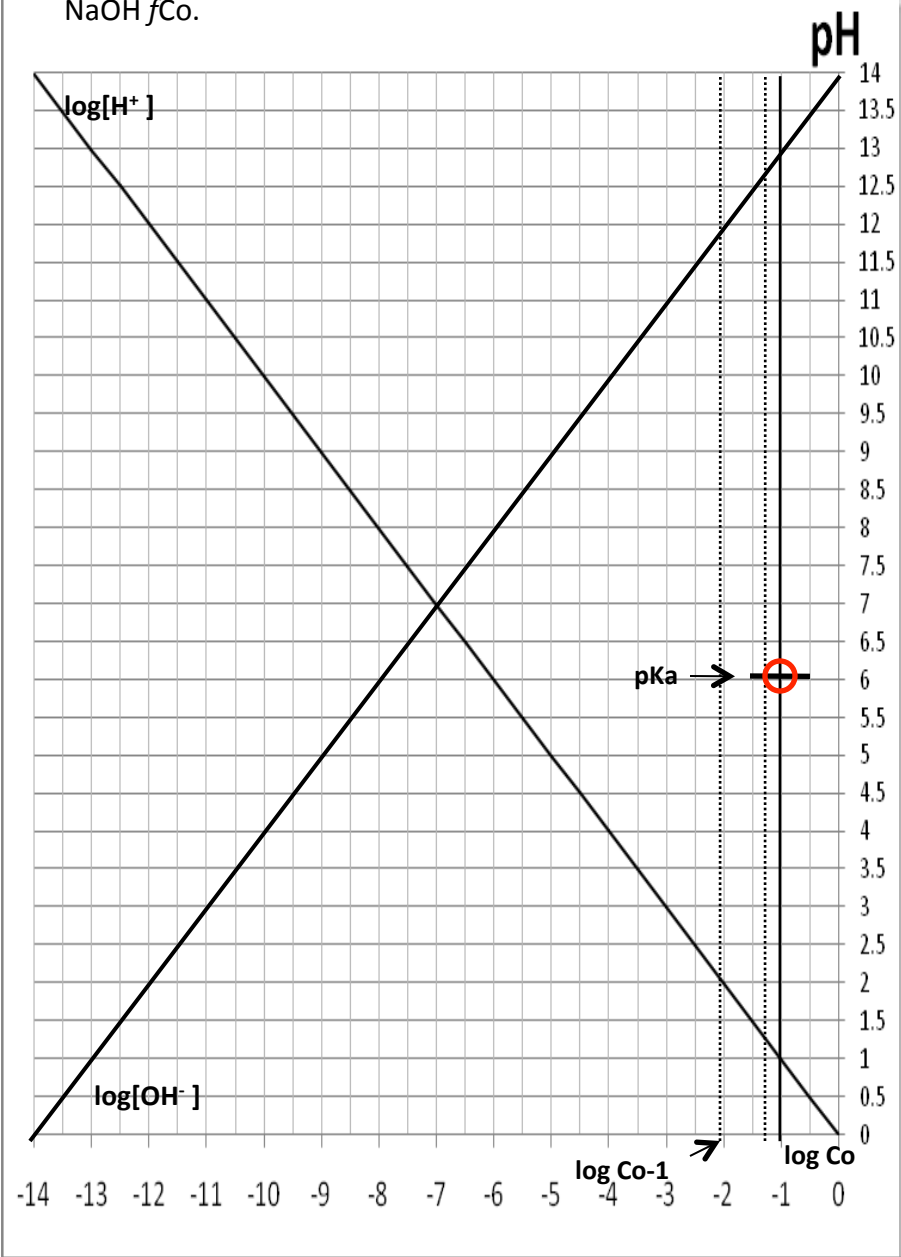
Titulación de **BHCl** $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Titulación de **BHCl** $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



f

Se trazan las rectas de las especies:

$$\log [\text{BH}^+] = \log C_0 + \log \Phi_{\text{BH}}$$

$$\log [\text{BH}^+] \cong \log C_0 + \text{pKa} - \text{pH}$$

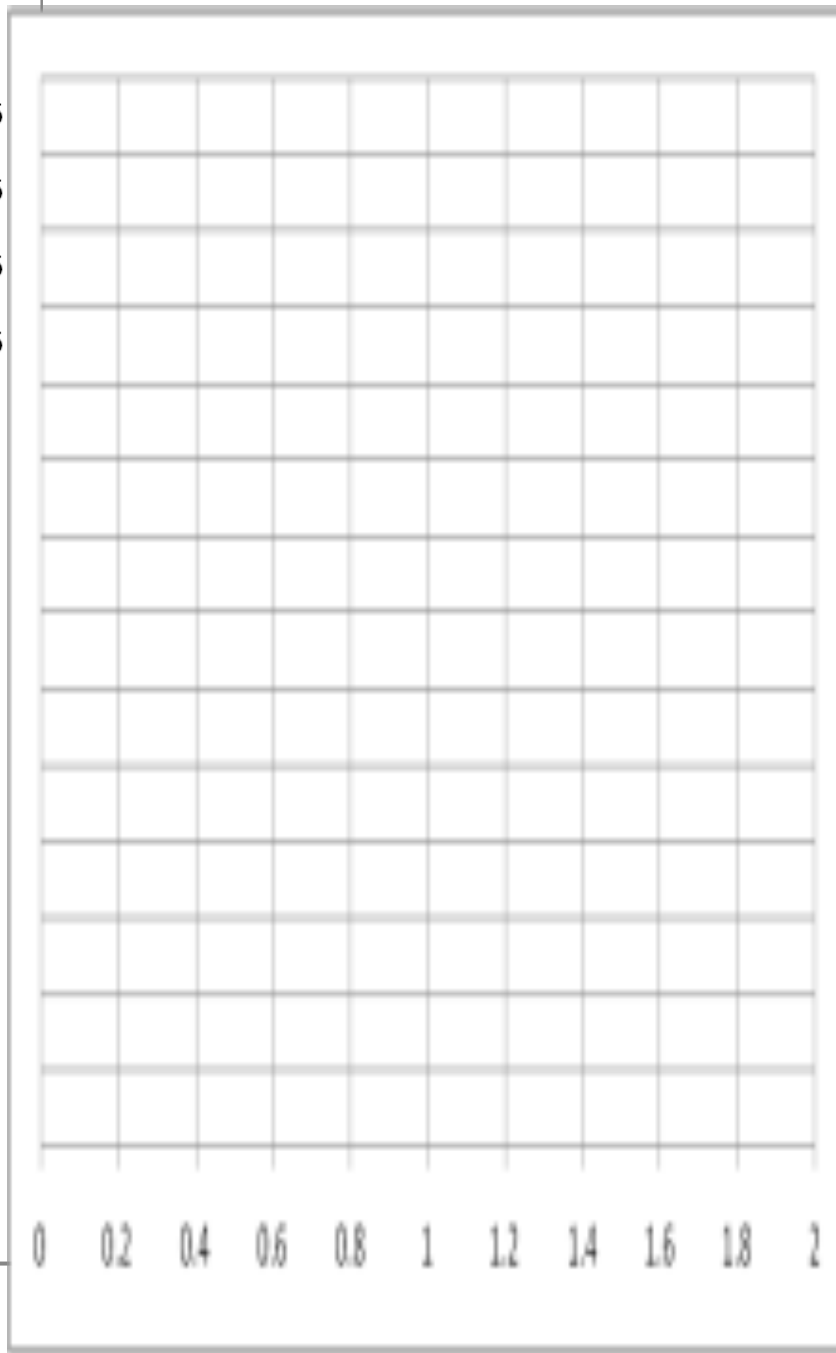
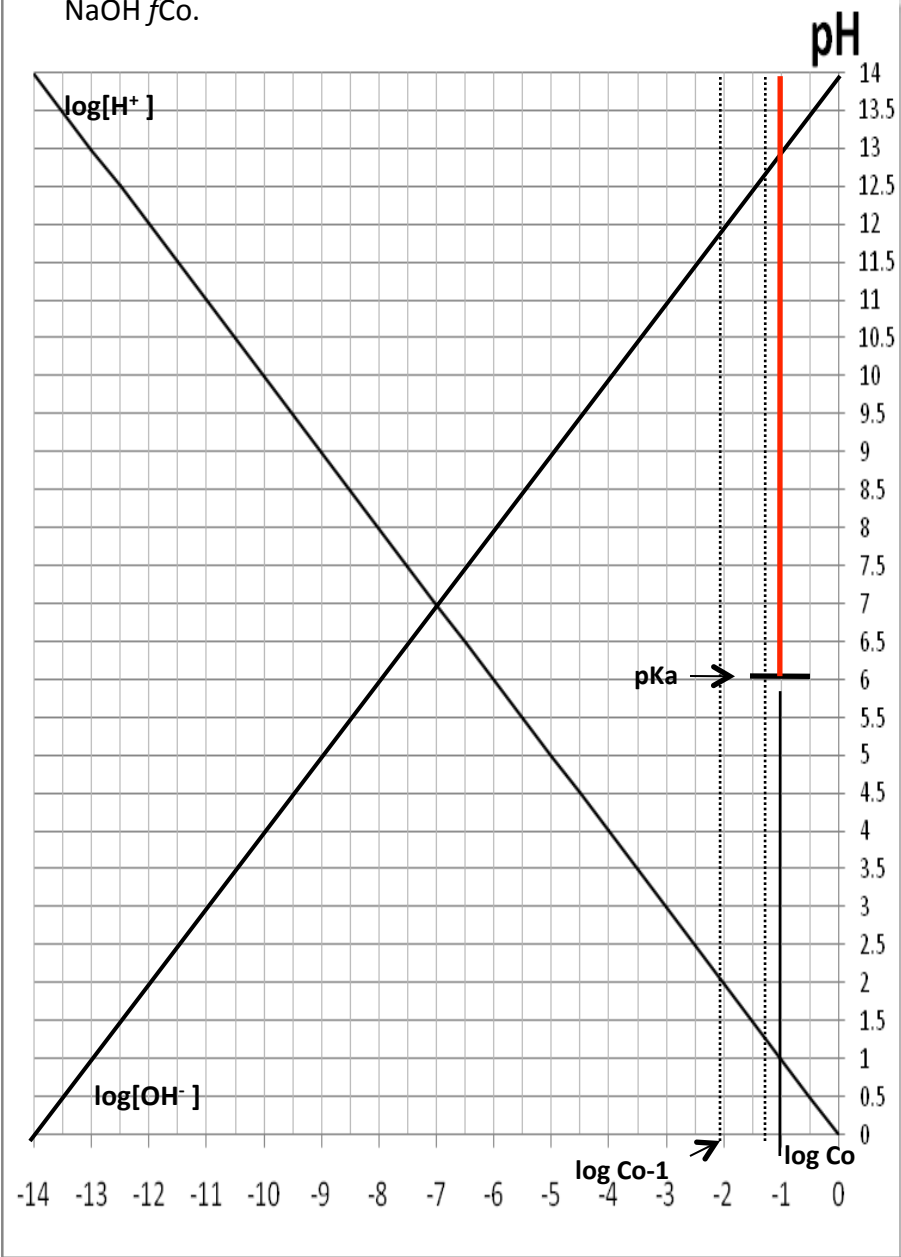
Y

$$\log [\text{B}] = \log C_0 + \log \Phi_{\text{B}}$$

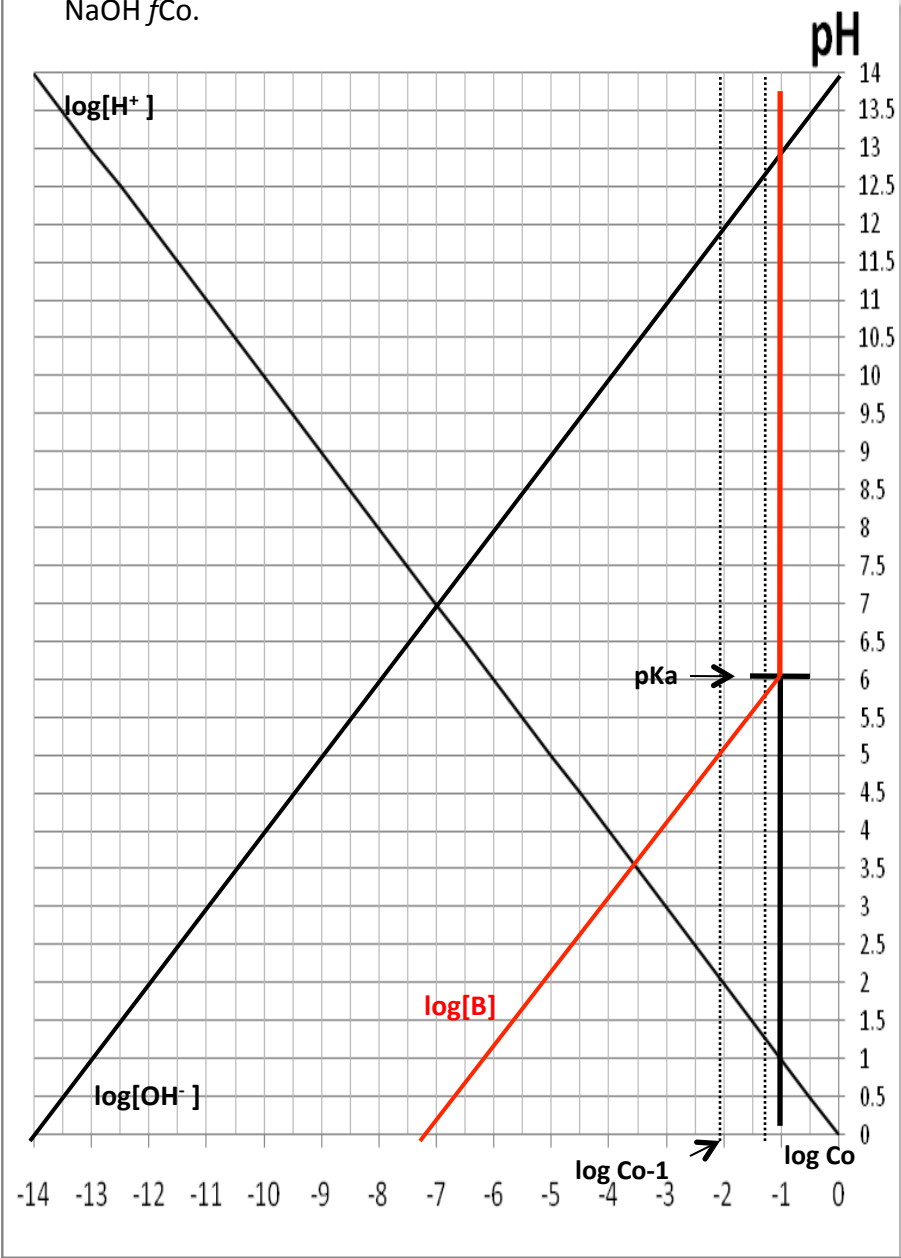
$$\log [\text{B}] \cong \log C_0 - \text{pKa} + \text{pH}$$

(lineas rectas de pendientes +1 y -1 que pasan por el punto del sistema)

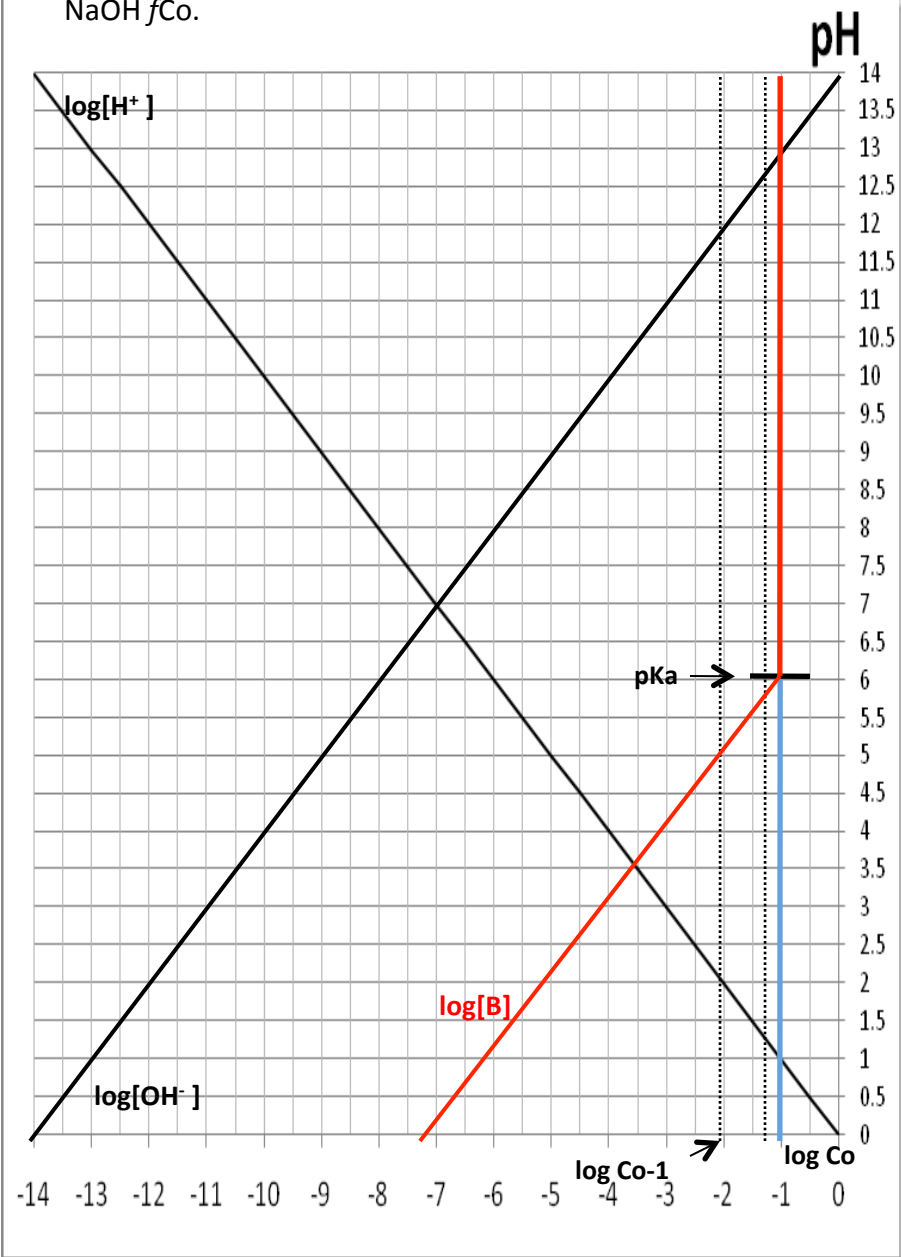
Titulación de **BHCl** $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



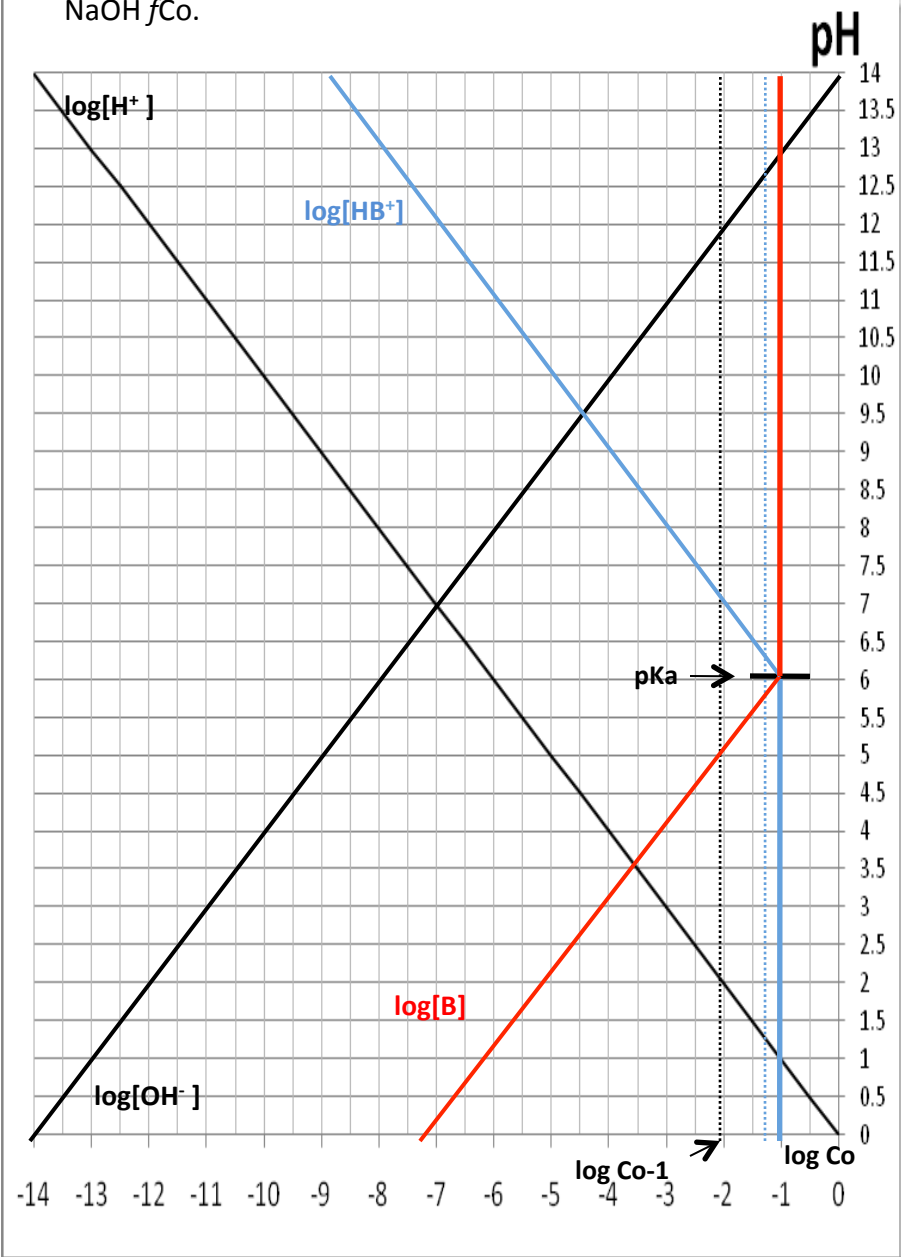
Titulación de **BHCl** $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.

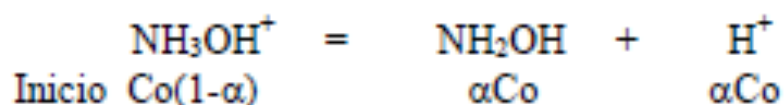


Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



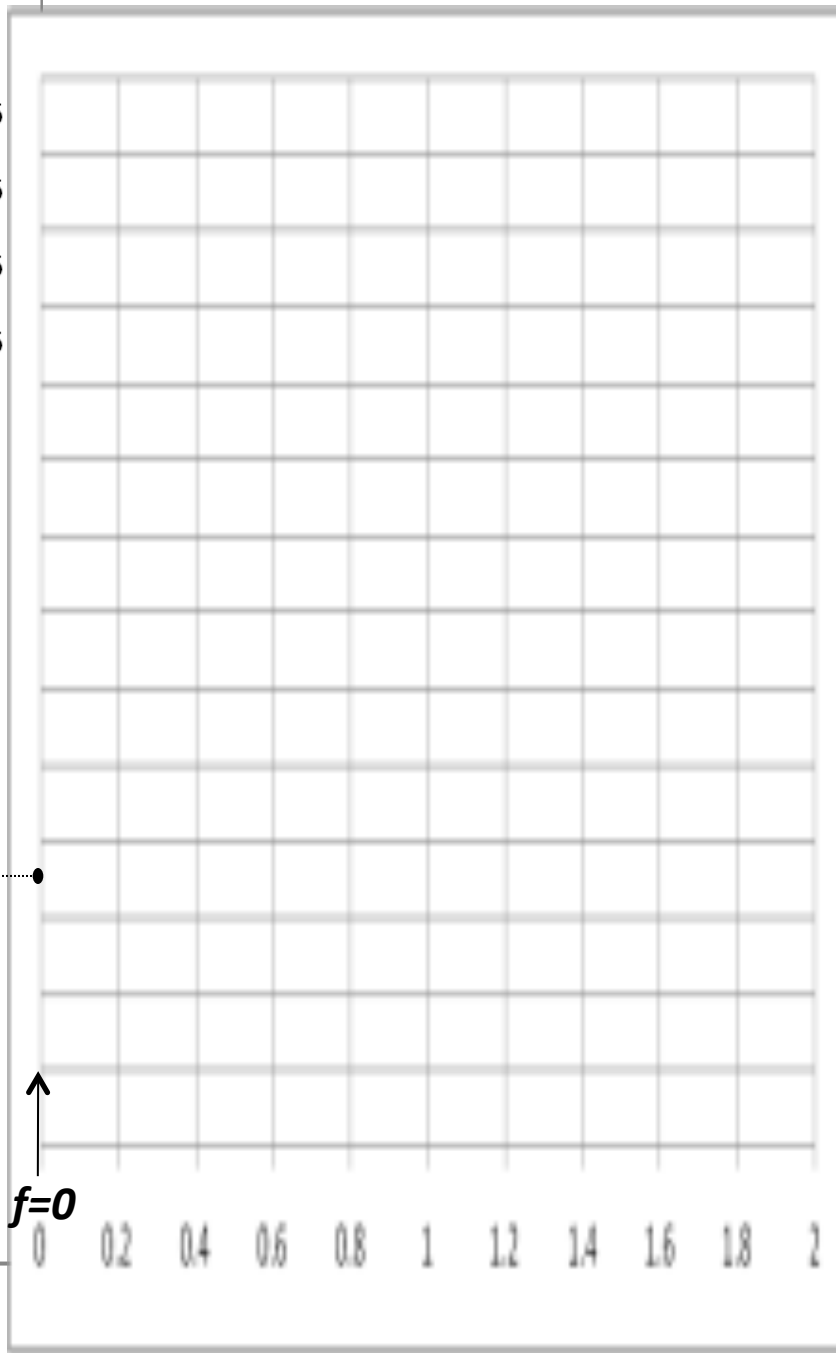
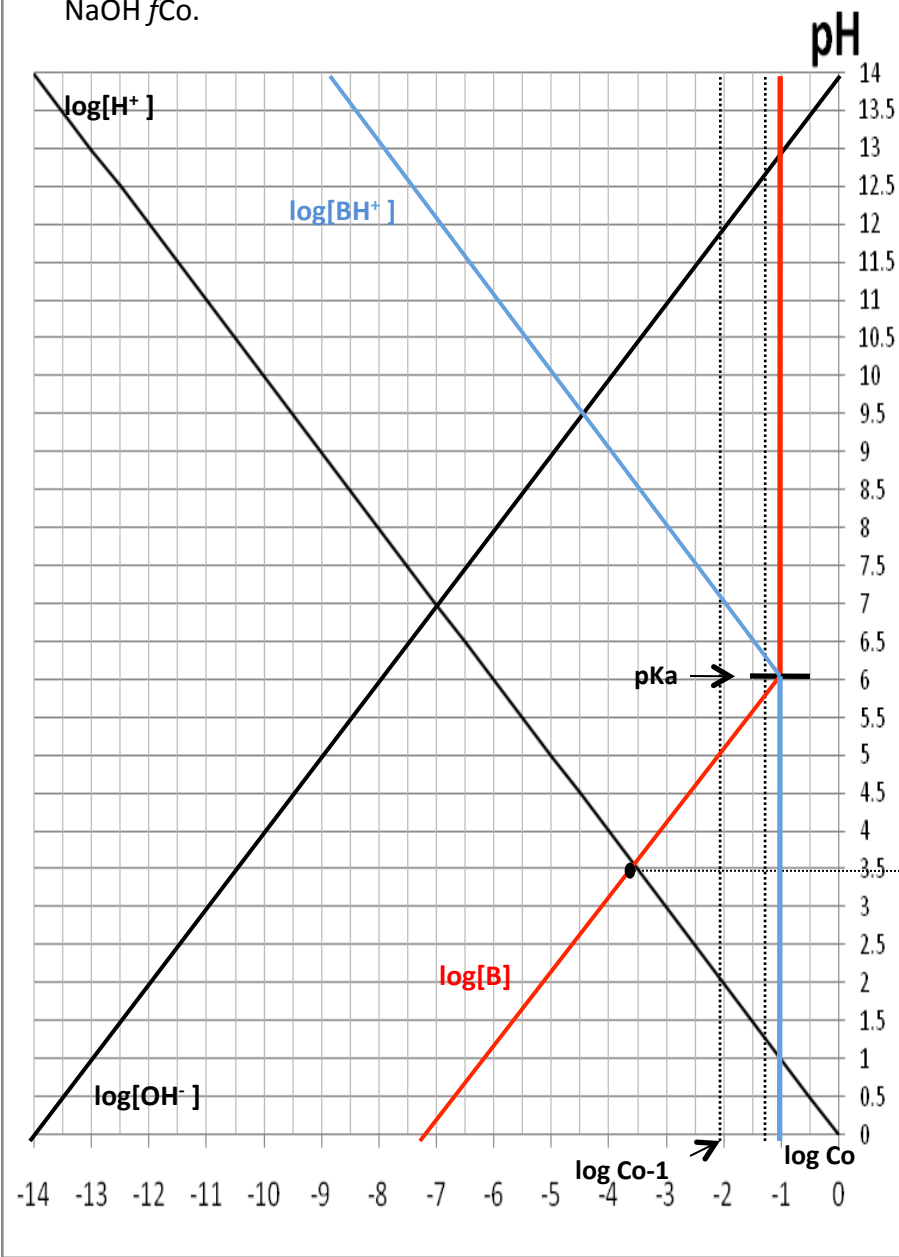
Para $f = 0$:

Antes de adicionar NaOH, la concentración de H^+ provenientes de la disociación parcial del NH_3OH^+ de formalidad $F_{NH_3OHCl} = C_0$ es igual a $[H^+] = \alpha C_0$.



El valor de pH correspondiente al inicio de la curva de monitoreo se encuentra en la coordenada que corresponde a la intersección de la recta de $\log [H^+]$ con la recta de $\log [NH_2OH]$ ya que se cumple la condición $\log [H^+] = \log [NH_2OH] = \log (\alpha C_0)$:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Para $f = 0.1$:

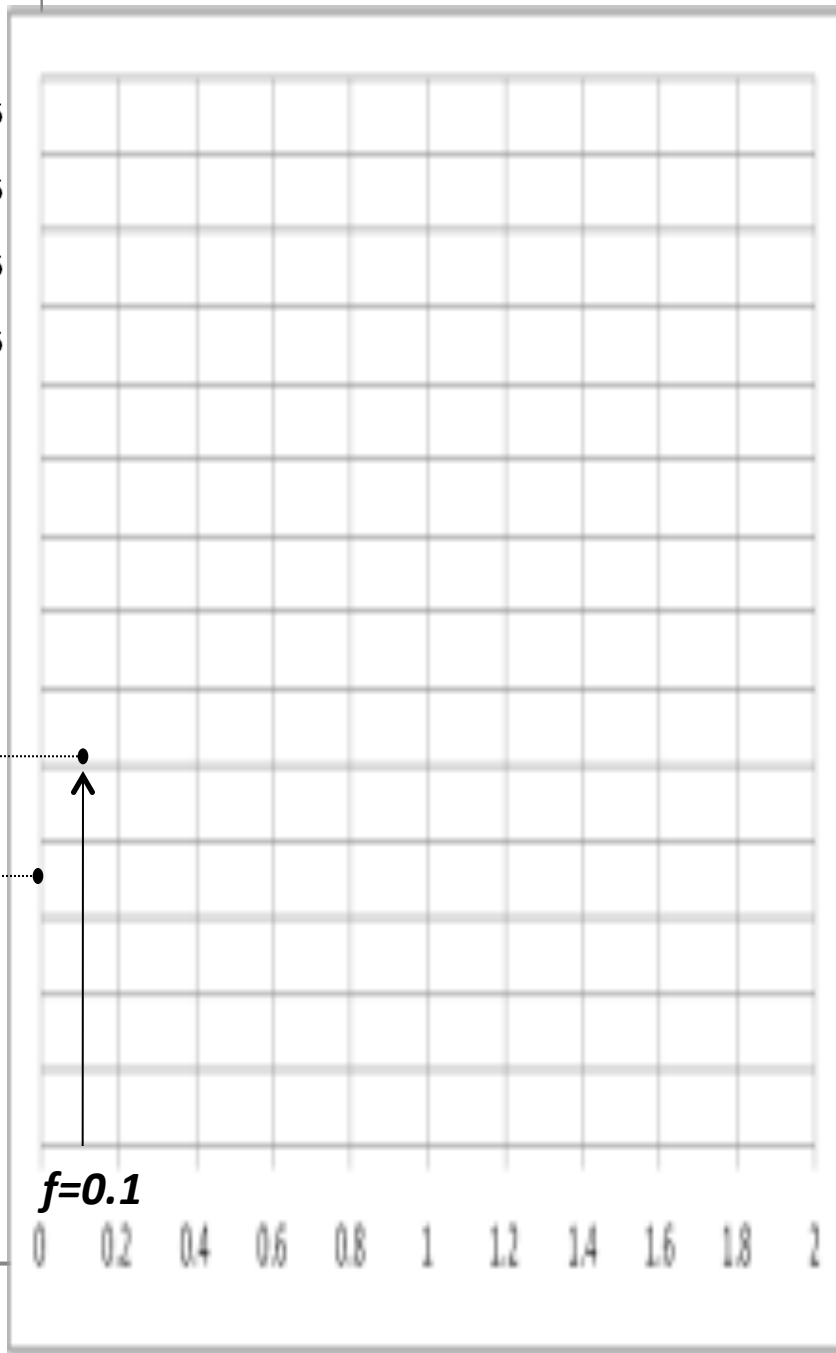
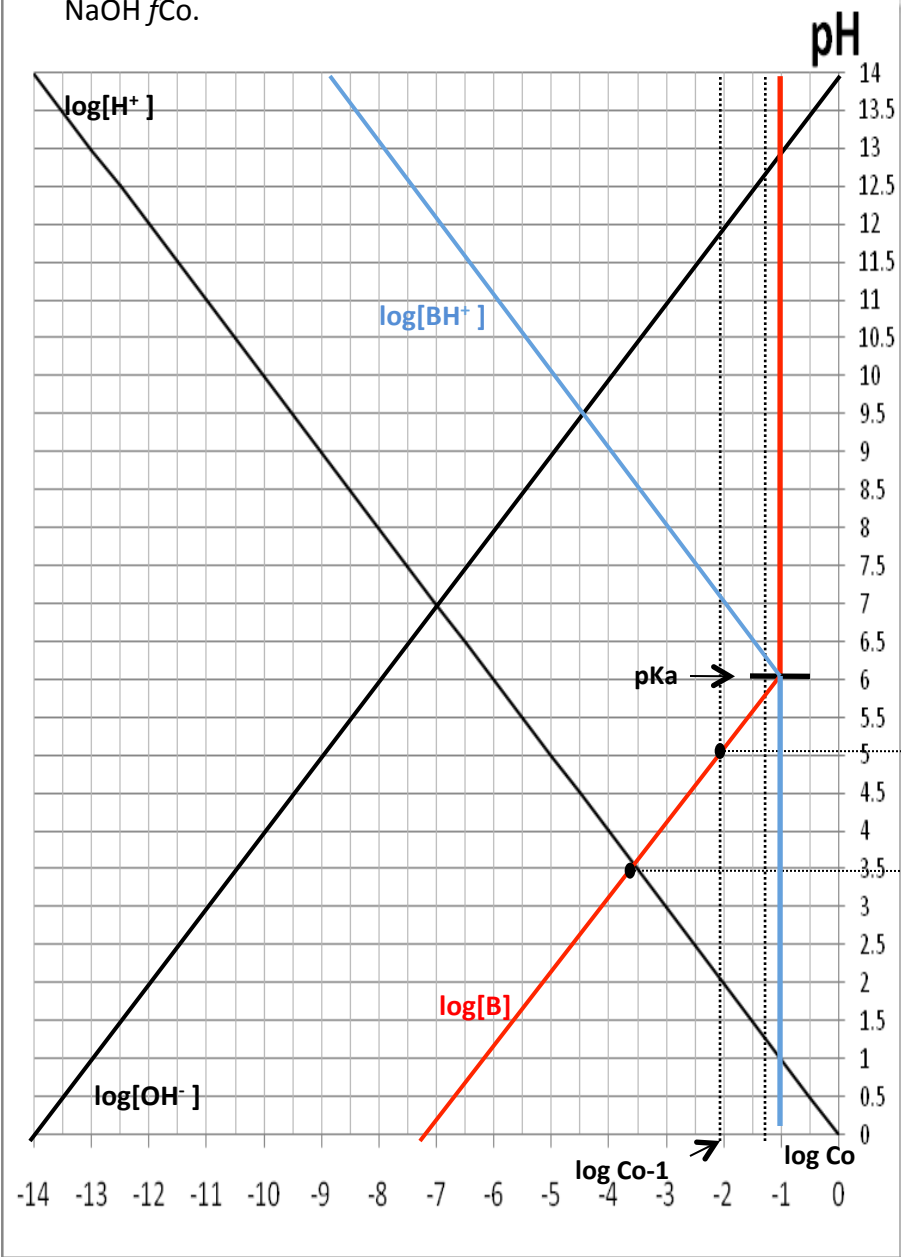
Después de adicionar NaOH equivalente al 10% de NH_3OH^+ inicial, se ha neutralizado la décima parte del ácido, se ha producido el 10% de base, se cumple que

$$\begin{aligned}[\text{NH}_2\text{OH}] &= fC_0 \\ [\text{NH}_2\text{OH}]_{10\%} &= 0.1C_0 = C_0/10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{NH}_2\text{OH}] &= \log (C_0/10) \\ \log [\text{NH}_2\text{OH}] &= \log C_0 - \log 10 \\ \log [\text{NH}_2\text{OH}] &= \log C_0 - 1\end{aligned}$$

por lo tanto el pH al 10% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 1$ sobre la recta de $\log [\text{NH}_2\text{OH}]$:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Para $f = 0.5$:

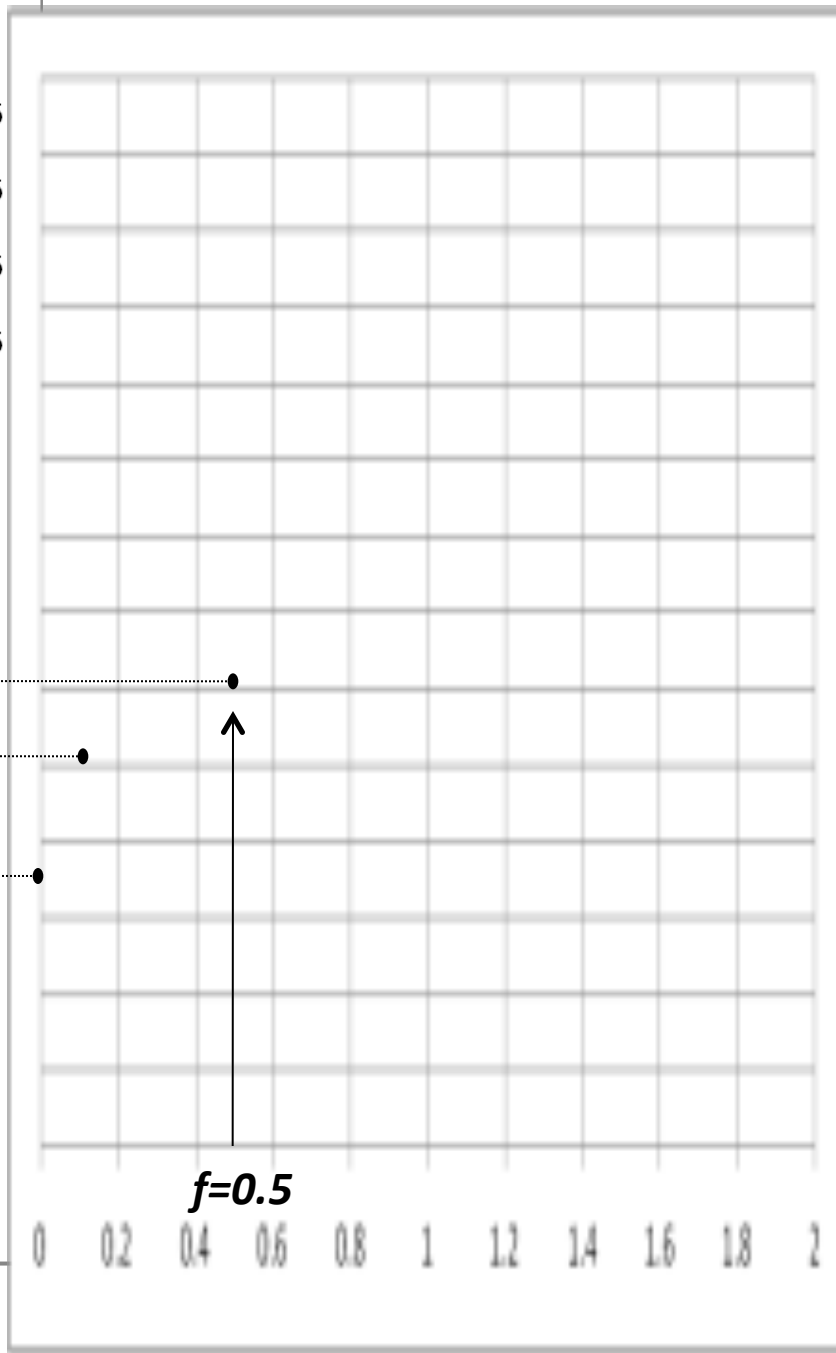
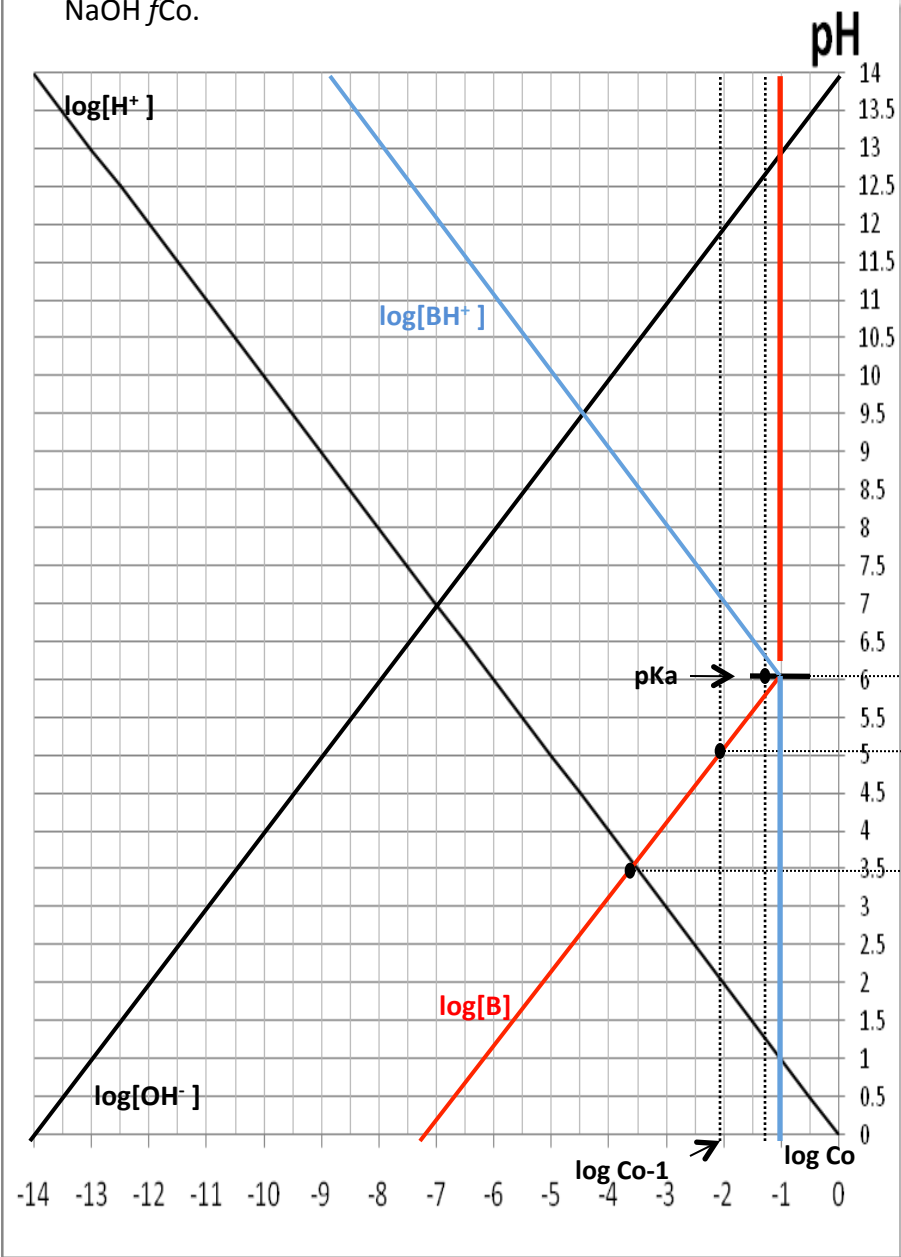
Después de adicionar NaOH equivalente al 50% de NH_3OH^+ inicial, se ha neutralizado la mitad del ácido y se ha producido la mitad de base, el par conjugado ácido-base impone el pH. Se cumple entonces:

$$\begin{aligned}\log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= C_0(1-f) \text{ y } \log [\text{NH}_2\text{OH}] = fC_0 \\ \log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= C_0(1-0.5) \text{ y } \log [\text{NH}_2\text{OH}] = 0.5C_0\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= \log [\text{NH}_2\text{OH}] = \log(0.5C_0) = \log (C_0/2) \\ \log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= \log [\text{NH}_2\text{OH}] = \log C_0 - 0.3\end{aligned}$$

por lo tanto el pH al 50% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 0.3$ cuando se intersectan las rectas $\log [\text{NH}_3\text{OH}^+]$ y $\log [\text{NH}_2\text{OH}]$, es decir en el valor del pKa:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



Para $f = 0.9$:

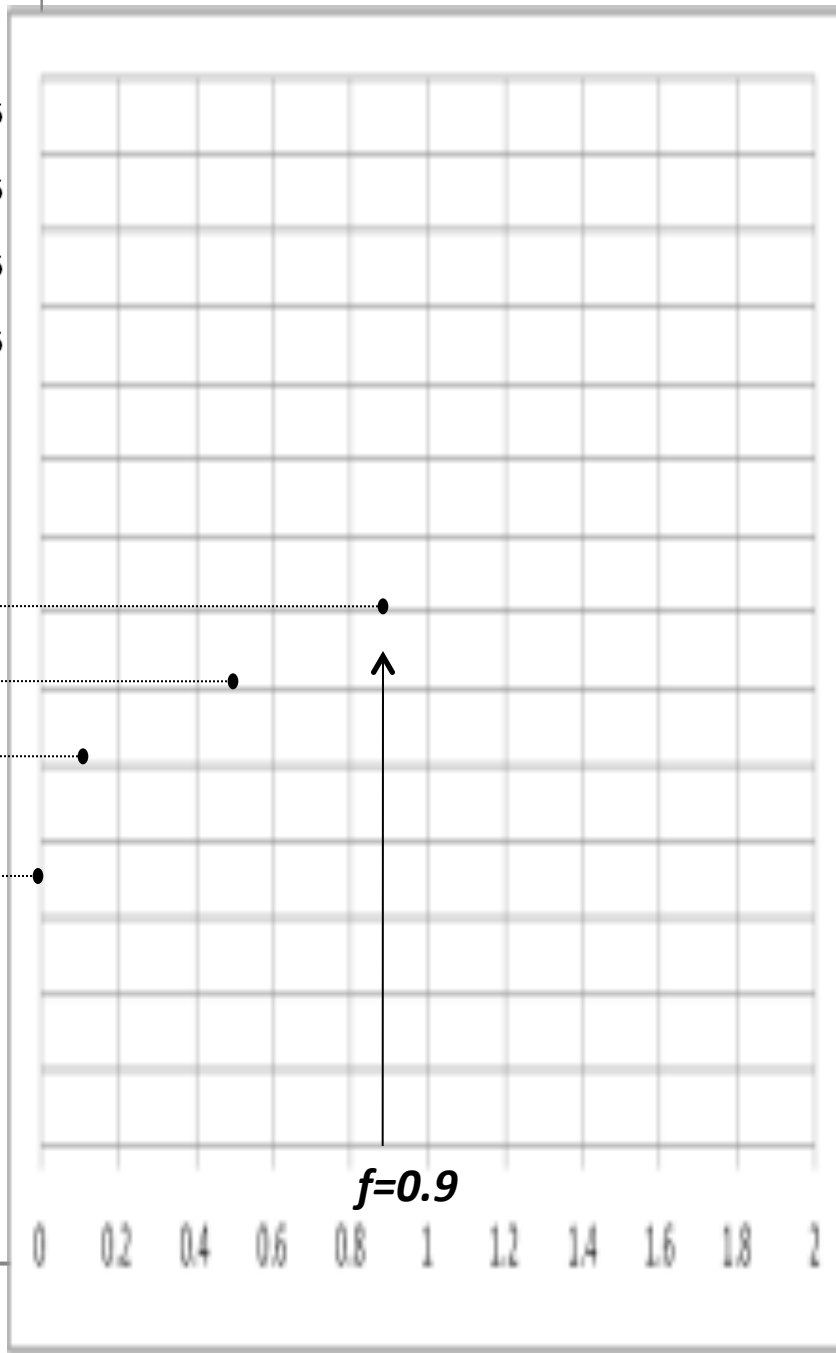
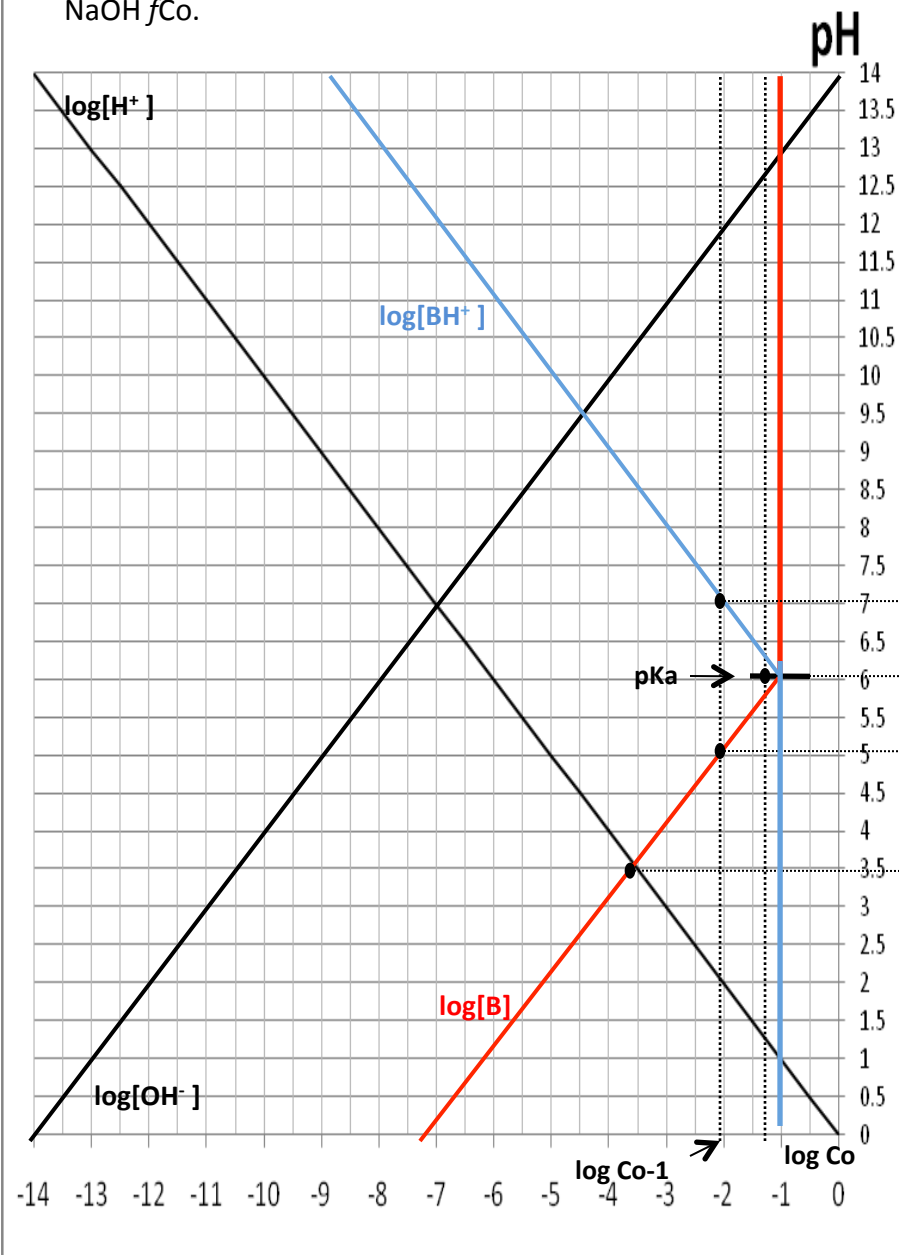
Después de adicionar NaOH equivalente al 90% de NH_3OH^+ inicial, queda la décima parte de ácido sin neutralizar, se cumple entonces que

$$\begin{aligned}[\text{NH}_3\text{OH}^+] &= C_0(1-f) \\ [\text{NH}_3\text{OH}^+]_{90\%} &= C_0(1-0.9) = 0.1C_0 = C_0/10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= \log (C_0/10) \\ \log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= \log C_0 - \log 10 \\ \log [\text{NH}_3\text{OH}^+] &= \log C_0 - 1\end{aligned}$$

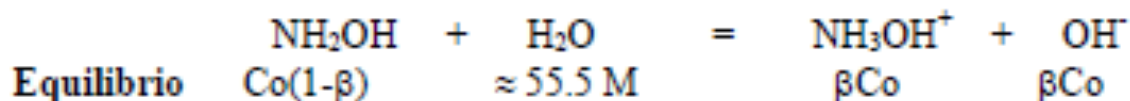
por lo tanto el pH al 90% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 1$ sobre la recta de $\log [\text{NH}_3\text{OH}^+]$:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



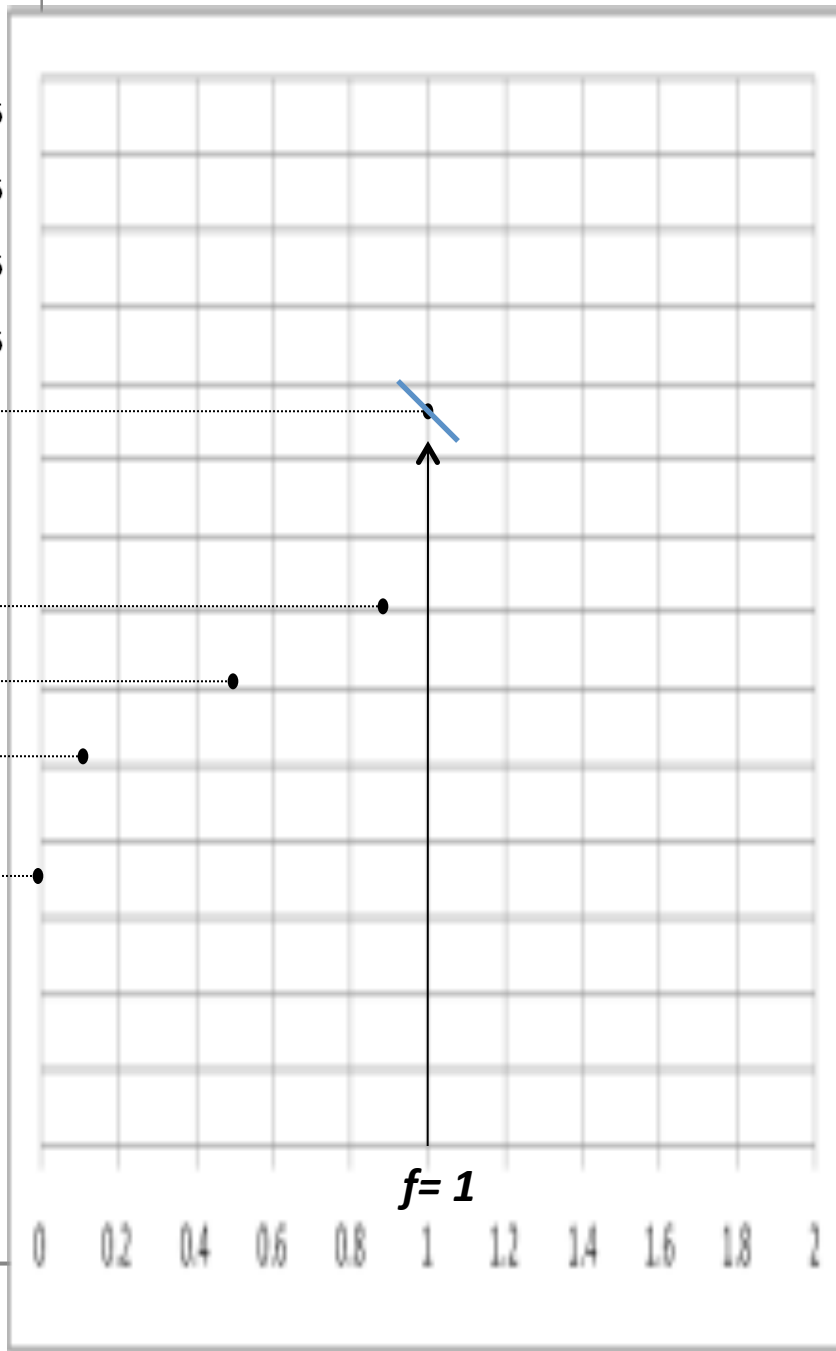
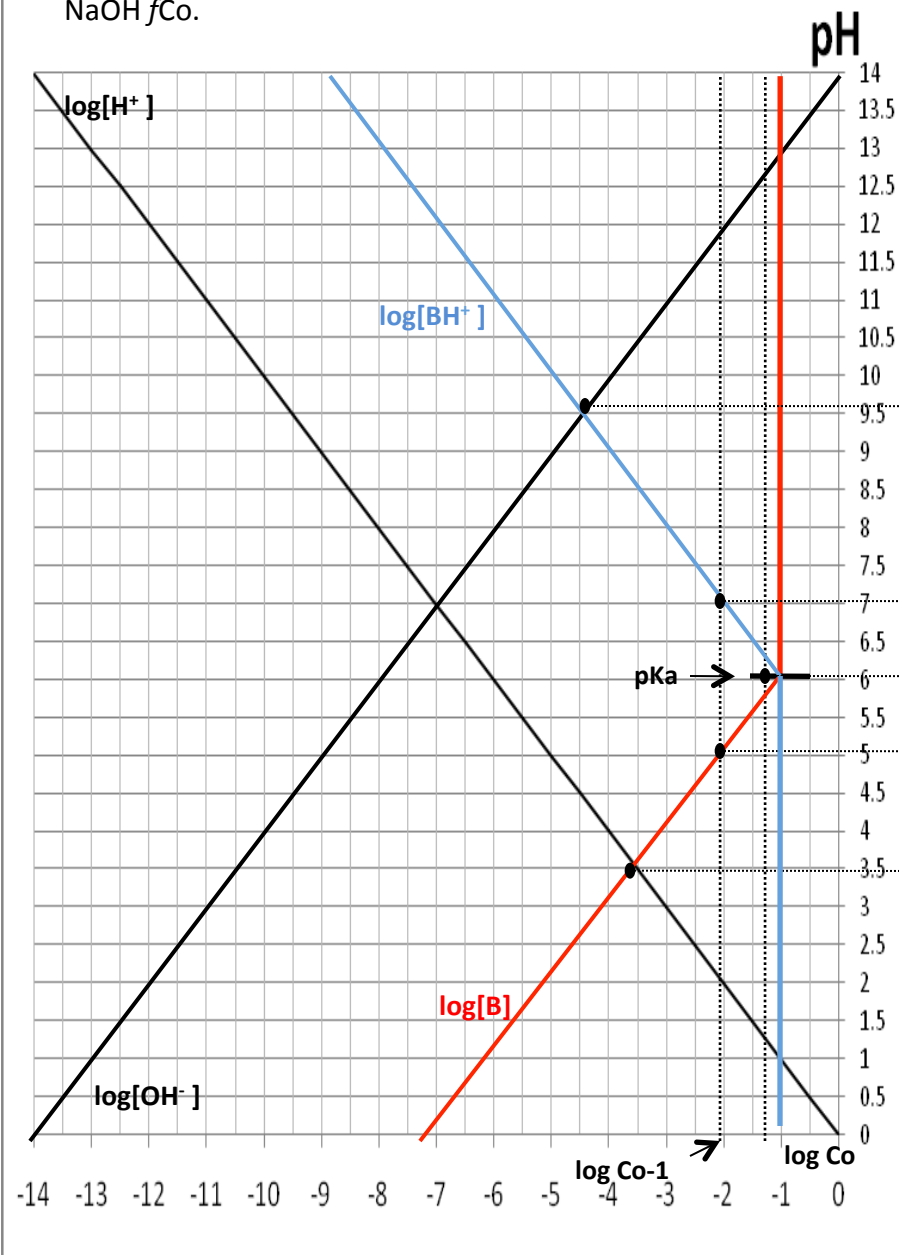
Para $f = 1.0$:

Se ha añadido un 100% de NaOH con respecto al hidroxialmonio inicial. Al punto de equivalencia la reacción al equilibrio que impone el pH es la reacción de hidrólisis de la base NH_2OH producida en presencia de $[\text{Na}^+] = [\text{Cl}^-] = C_0$ (esta sal no altera el pH del medio):



por lo tanto el pH al 100% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a la intersección de $\log [\text{OH}^-]$ y $\log [\text{NH}_3\text{OH}^+]$.

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



Para $f = 1.1$:

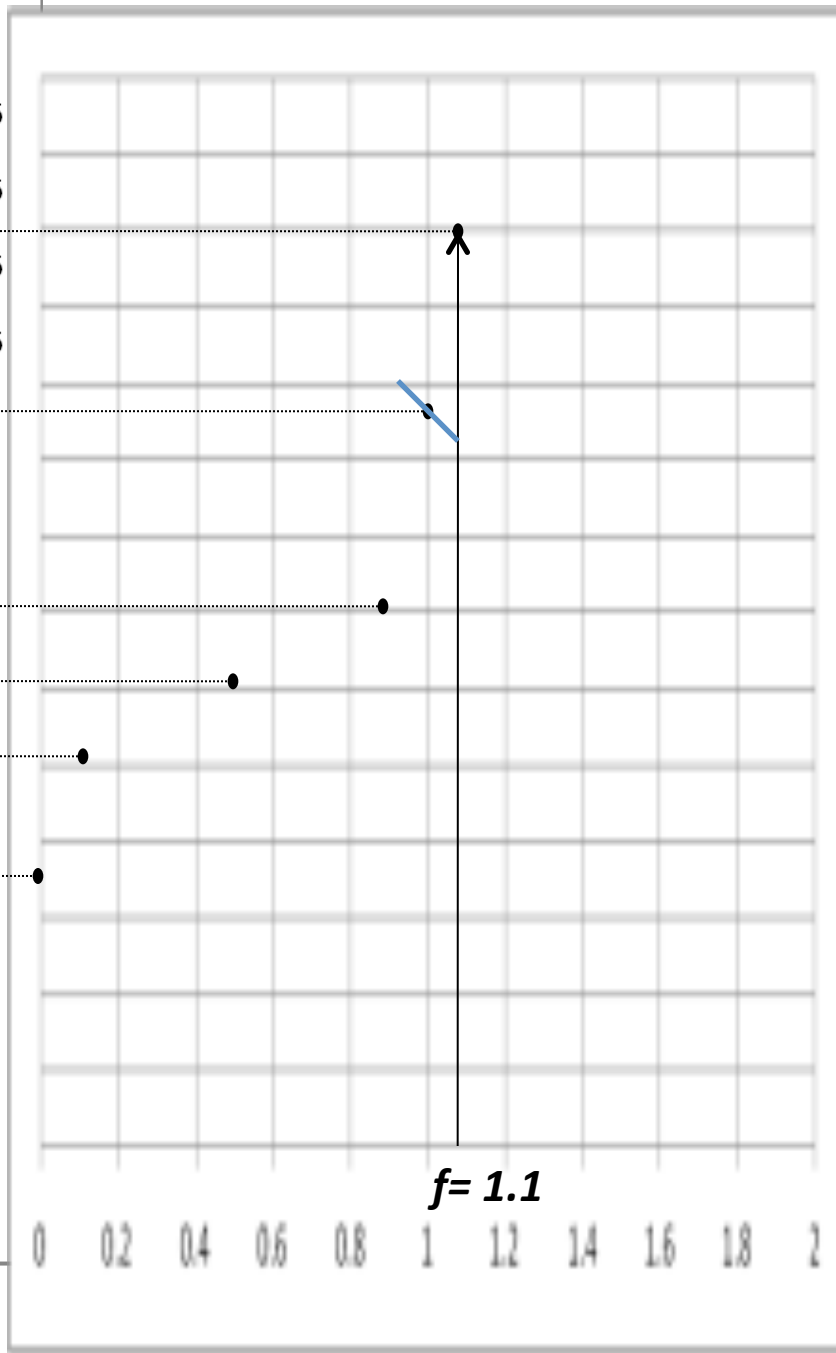
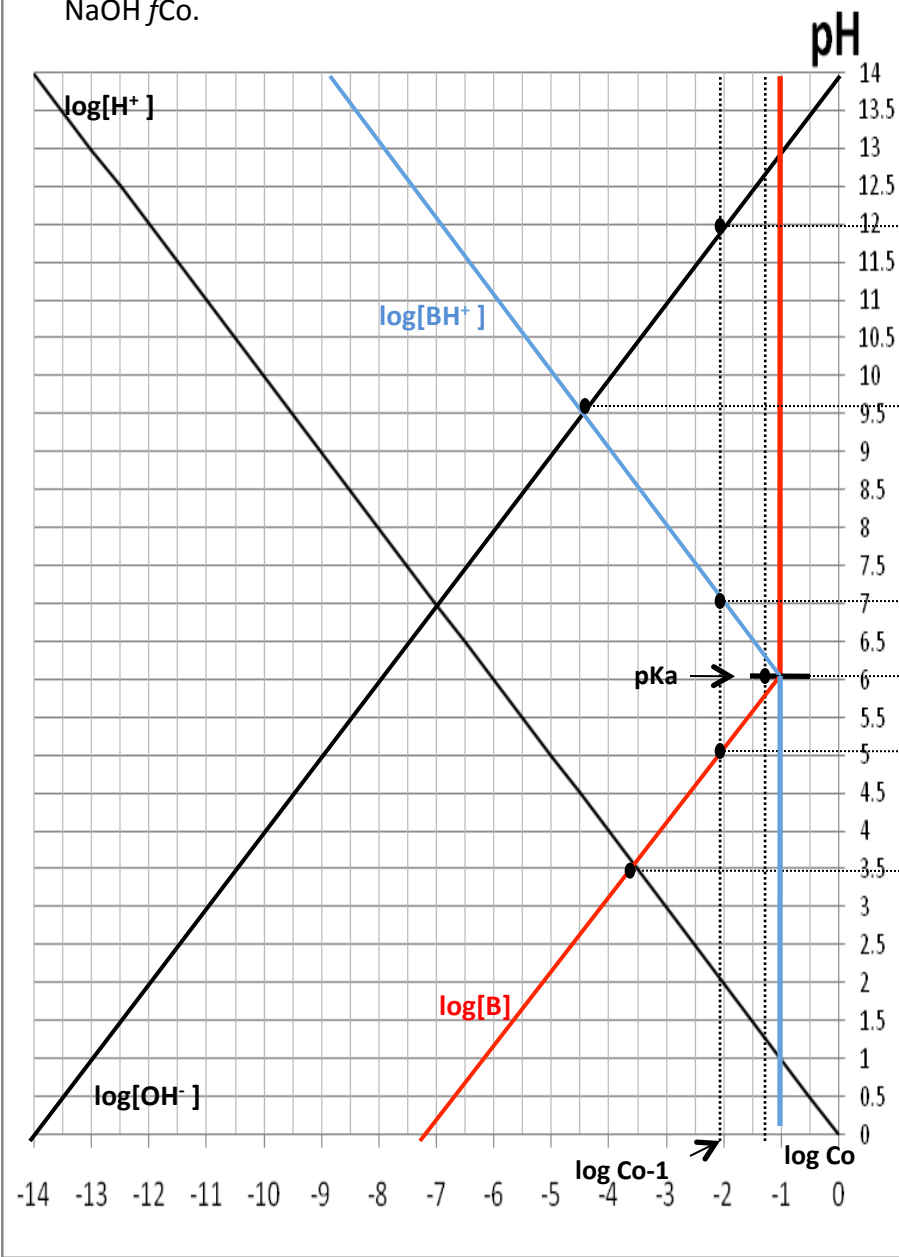
Al 110% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 10% de exceso. Ahora el ión OH^- impone el pH del medio. Su concentración esta dada por:

$$\begin{aligned}[\text{OH}^-] &= C_0(f-1) \\ [\text{OH}^-]_{110\%} &= C_0(1.1-1) = 0.1C_0 = C_0/10\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\log [\text{OH}^-] &= \log (C_0/10) \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - \log 10 \\ \log [\text{OH}^-] &= \log C_0 - 1\end{aligned}$$

por lo tanto el pH al 110% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 1$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Para $f = 1.5$:

Al 150% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 50% de exceso. El ión OH^- continúa imponiendo el pH del medio. Ahora su concentración esta dada por:

$$[\text{OH}^-] = C_0(f-1)$$

$$[\text{OH}^-]_{150\%} = C_0(1.5-1) = 0.5C_0 = C_0/2$$

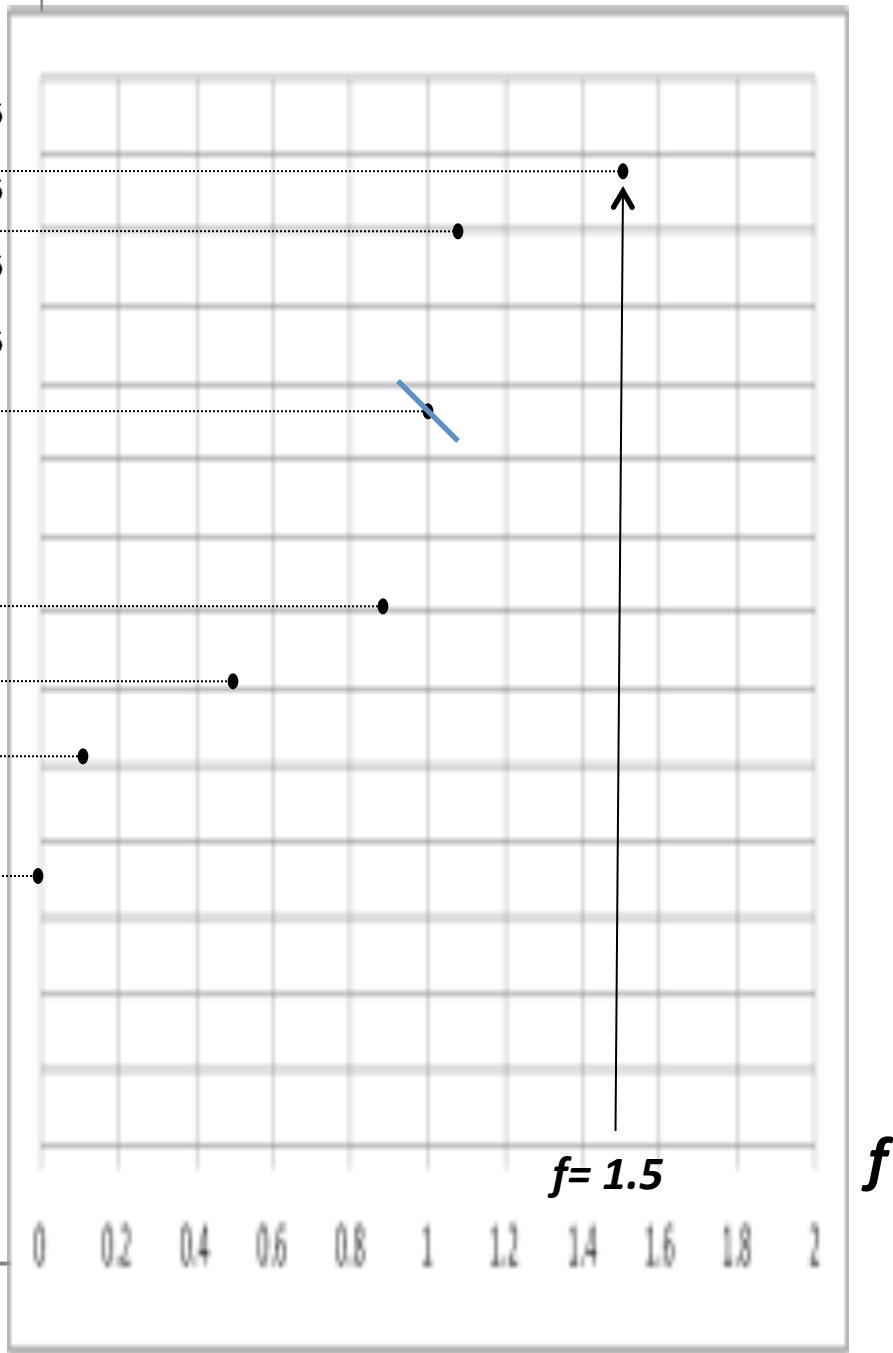
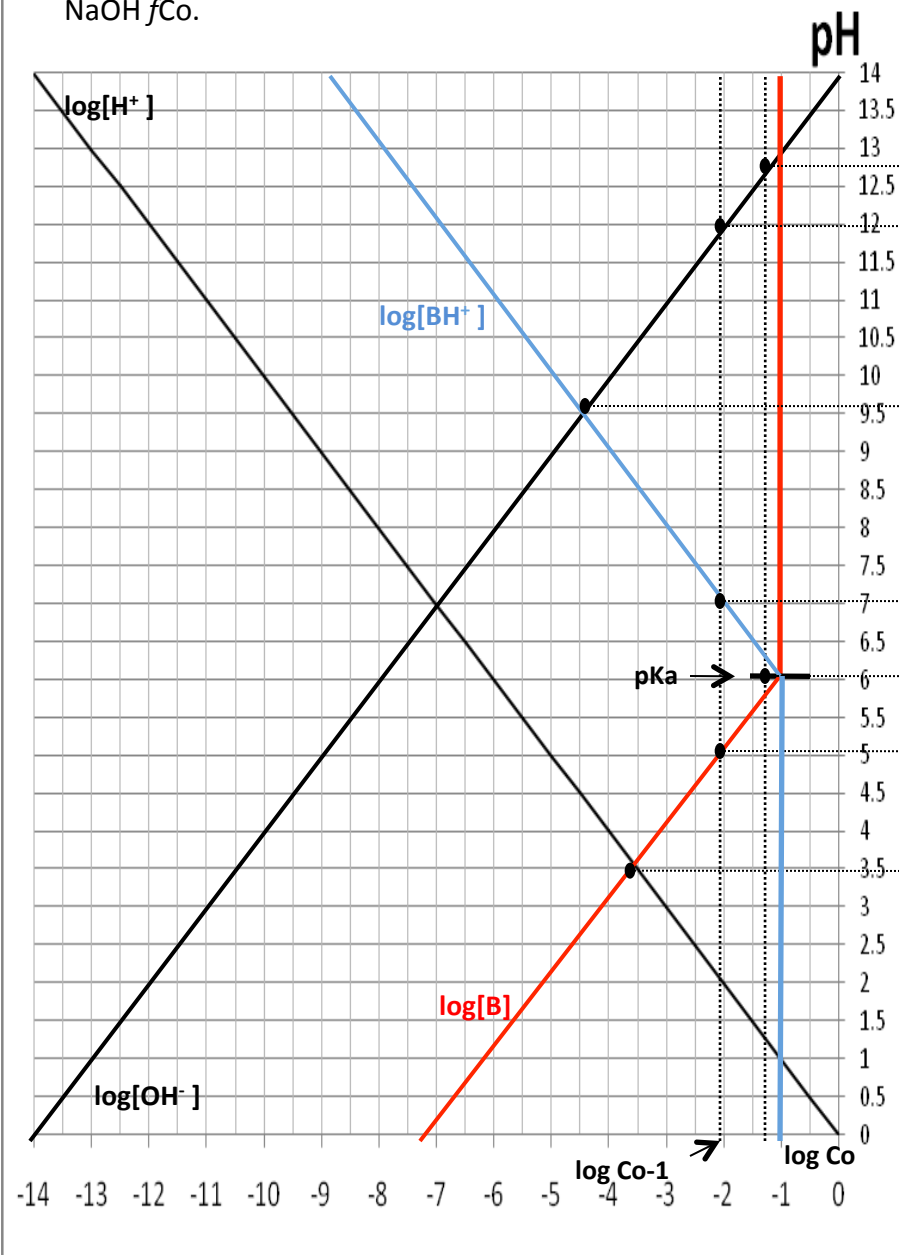
$$\log [\text{OH}^-] = \log (C_0/2)$$

$$\log [\text{OH}^-] = \log C_0 - \log 2$$

$$\log [\text{OH}^-] = \log C_0 - 0.3$$

por lo tanto el pH al 150% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0 - 0.3$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



Para $f = 2.0$:

Al 200% del proceso se ha adicionado NaOH equivalente al 100% del ácido inicial y un 100% de exceso. El ión OH^- continúa imponiendo el pH del medio. Ahora su concentración esta dada por:

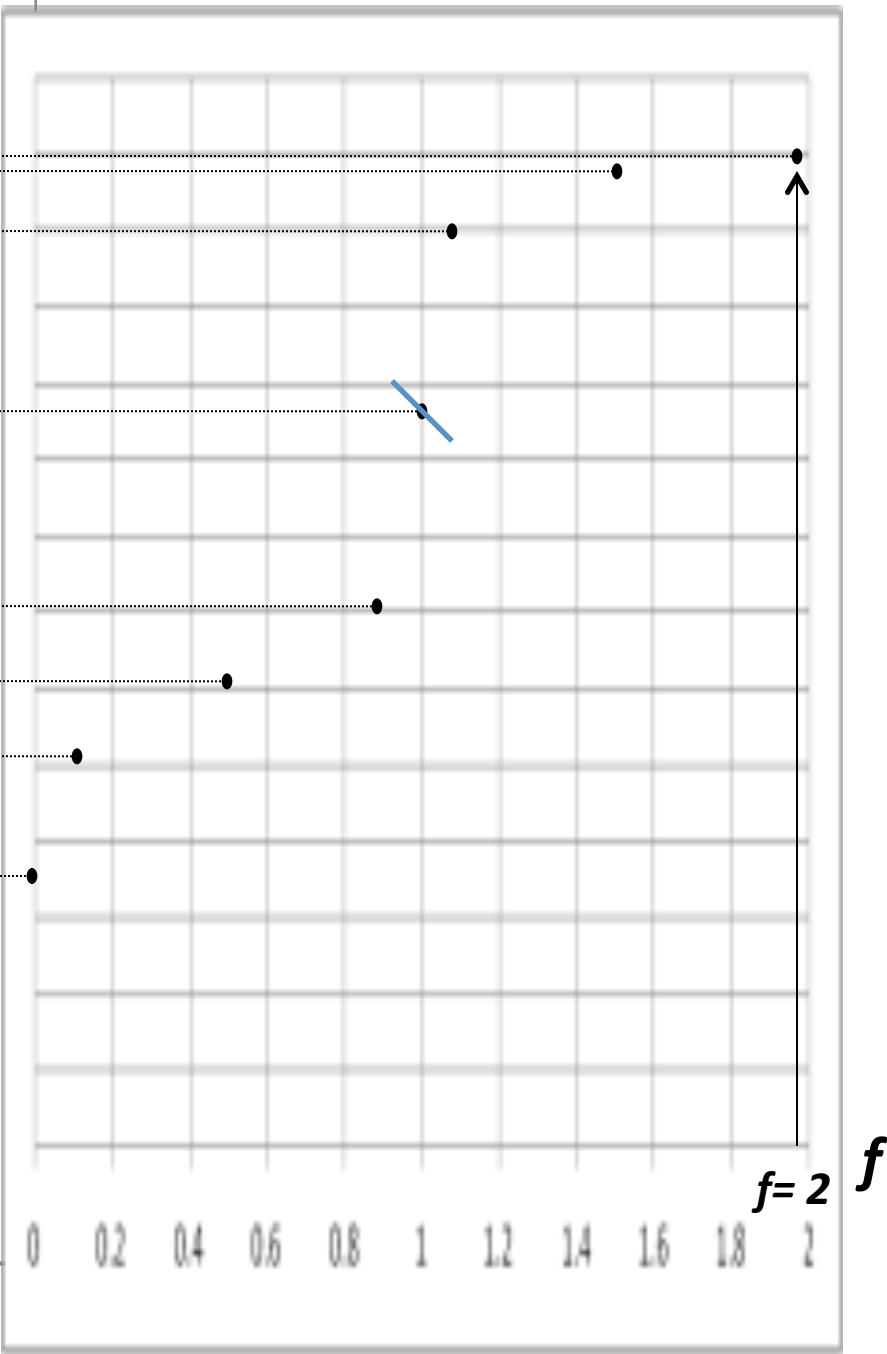
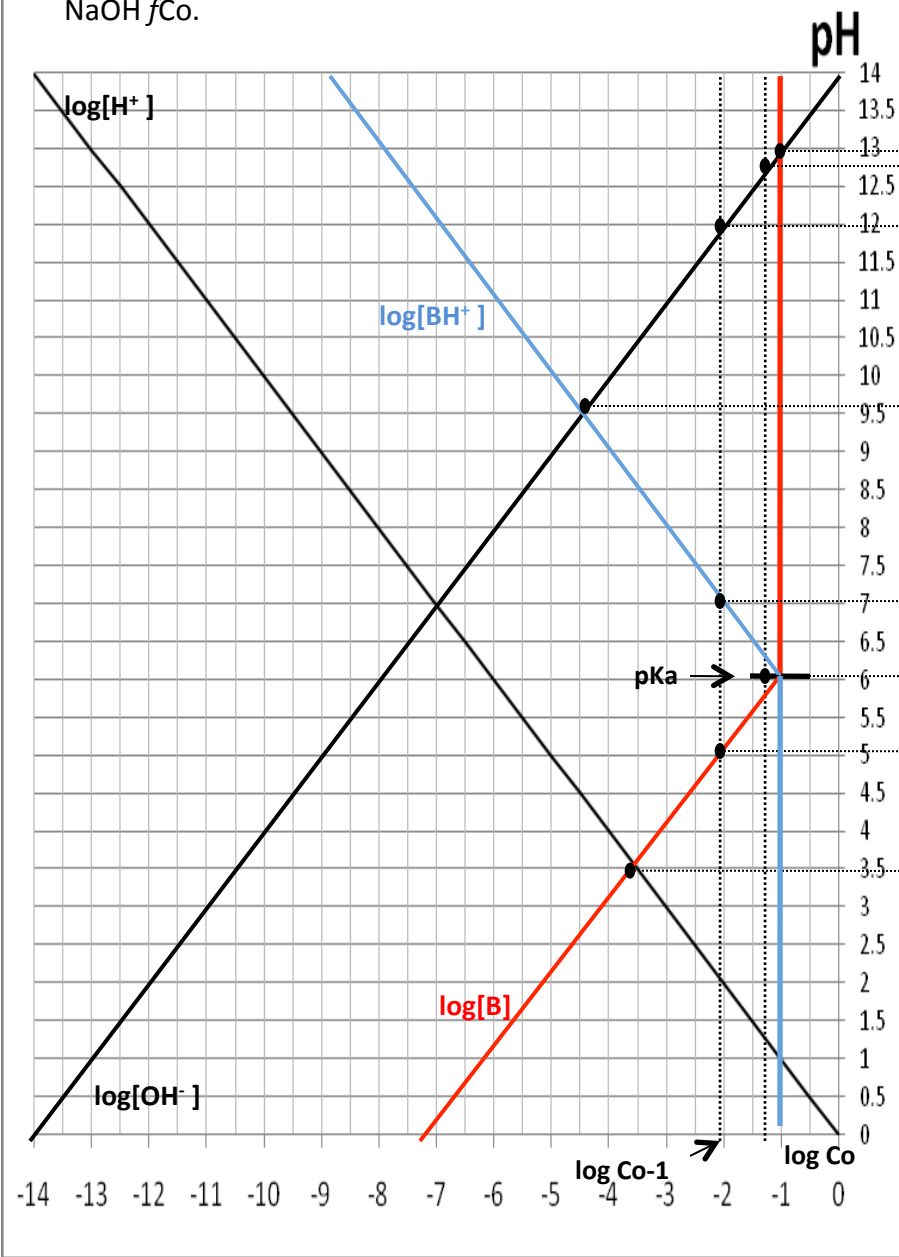
$$[\text{OH}^-] = C_0(f-1)$$

$$[\text{OH}^-]_{200\%} = C_0(2 - 1) = C_0$$

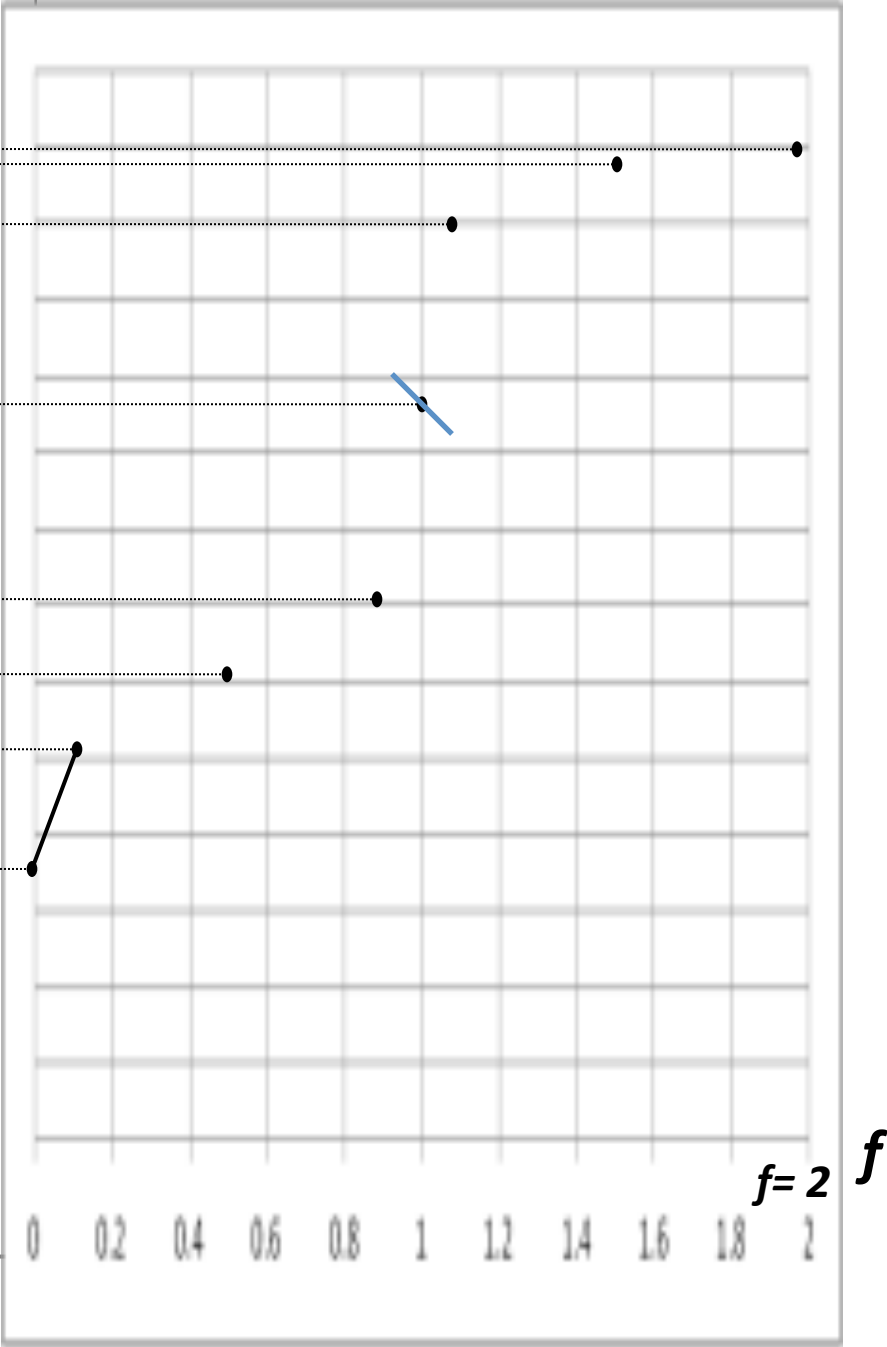
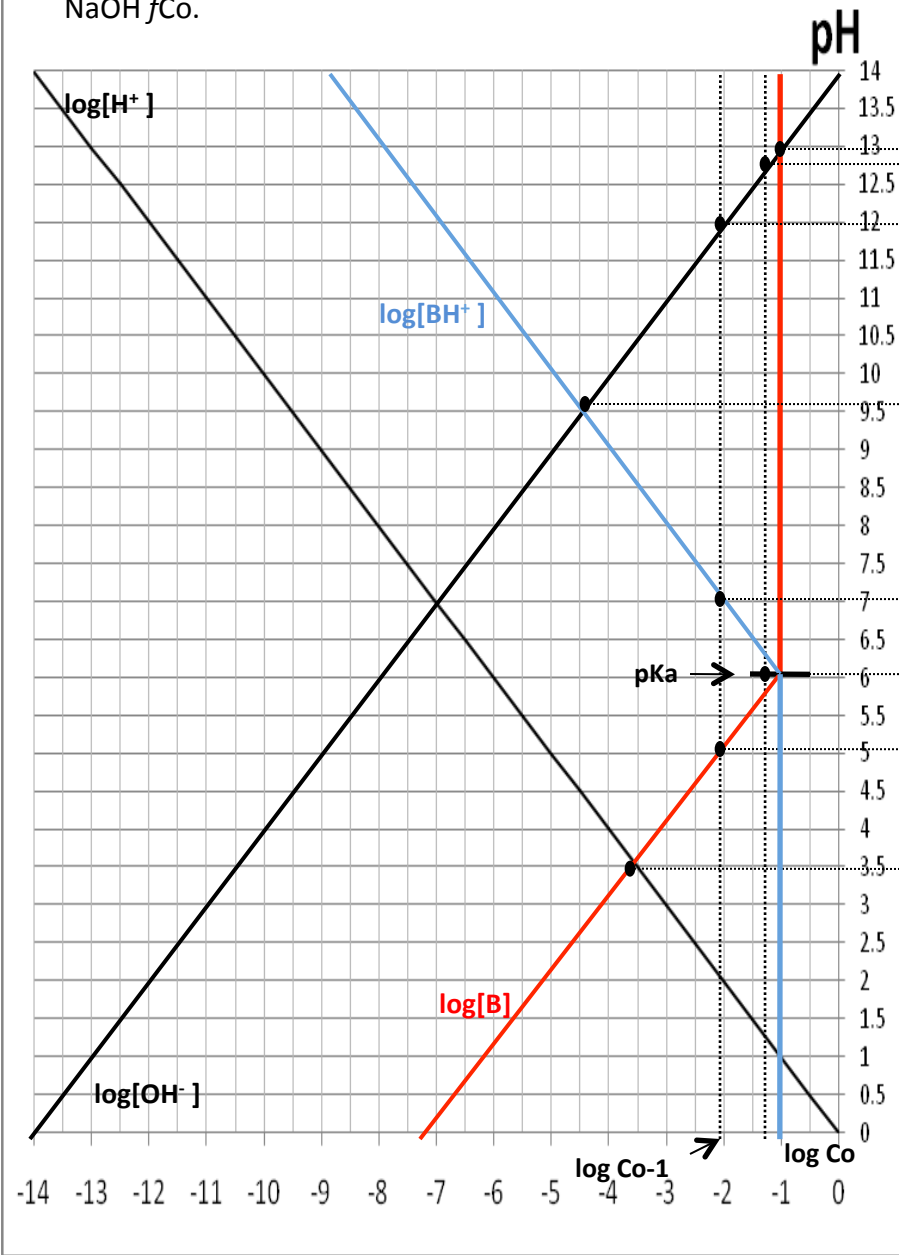
$$\log [\text{OH}^-] = \log C_0$$

por lo tanto el pH al 200% del proceso se determina en la coordenada correspondiente a $\log C_0$ sobre la recta de $\log [\text{OH}^-]$:

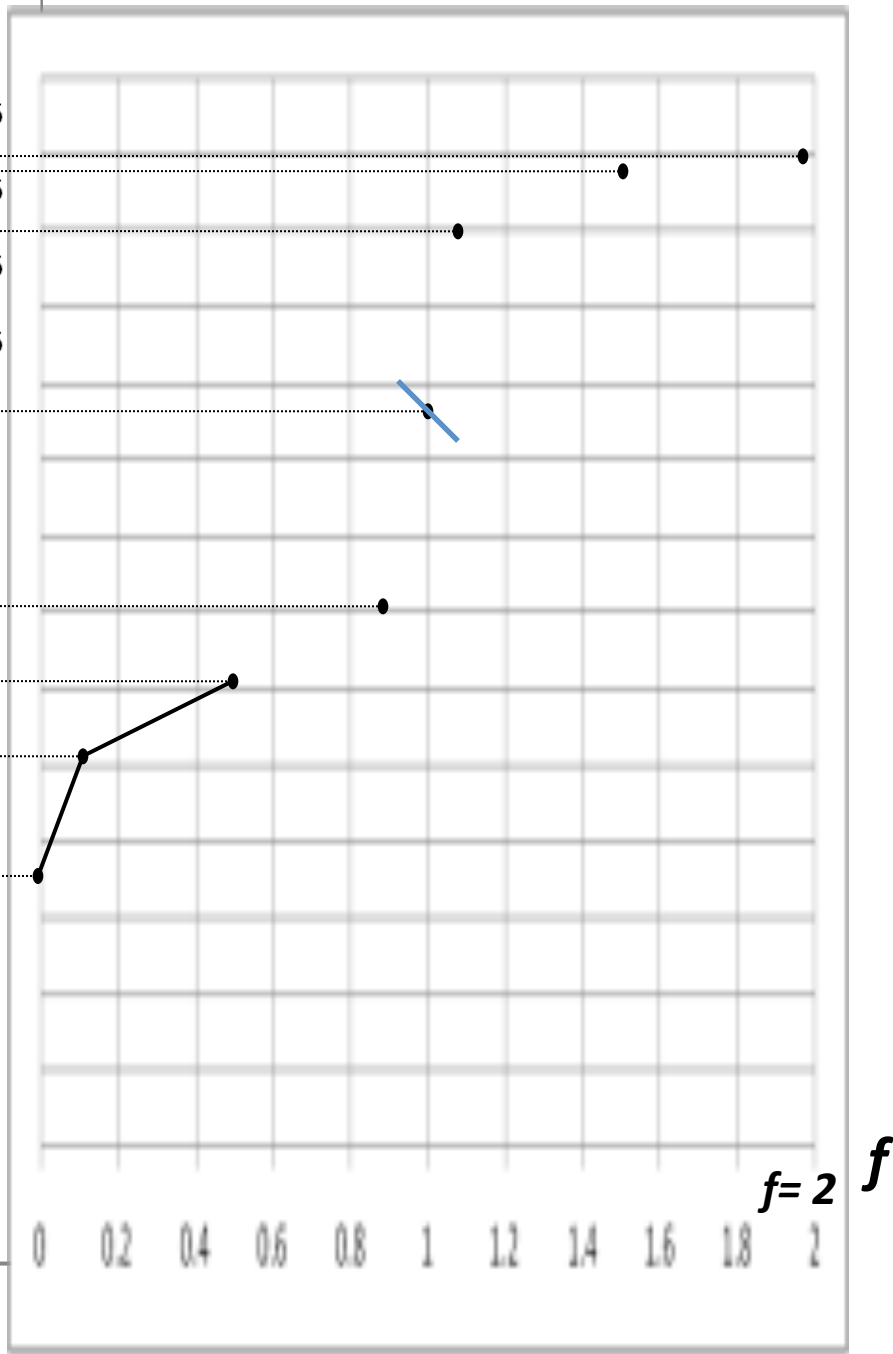
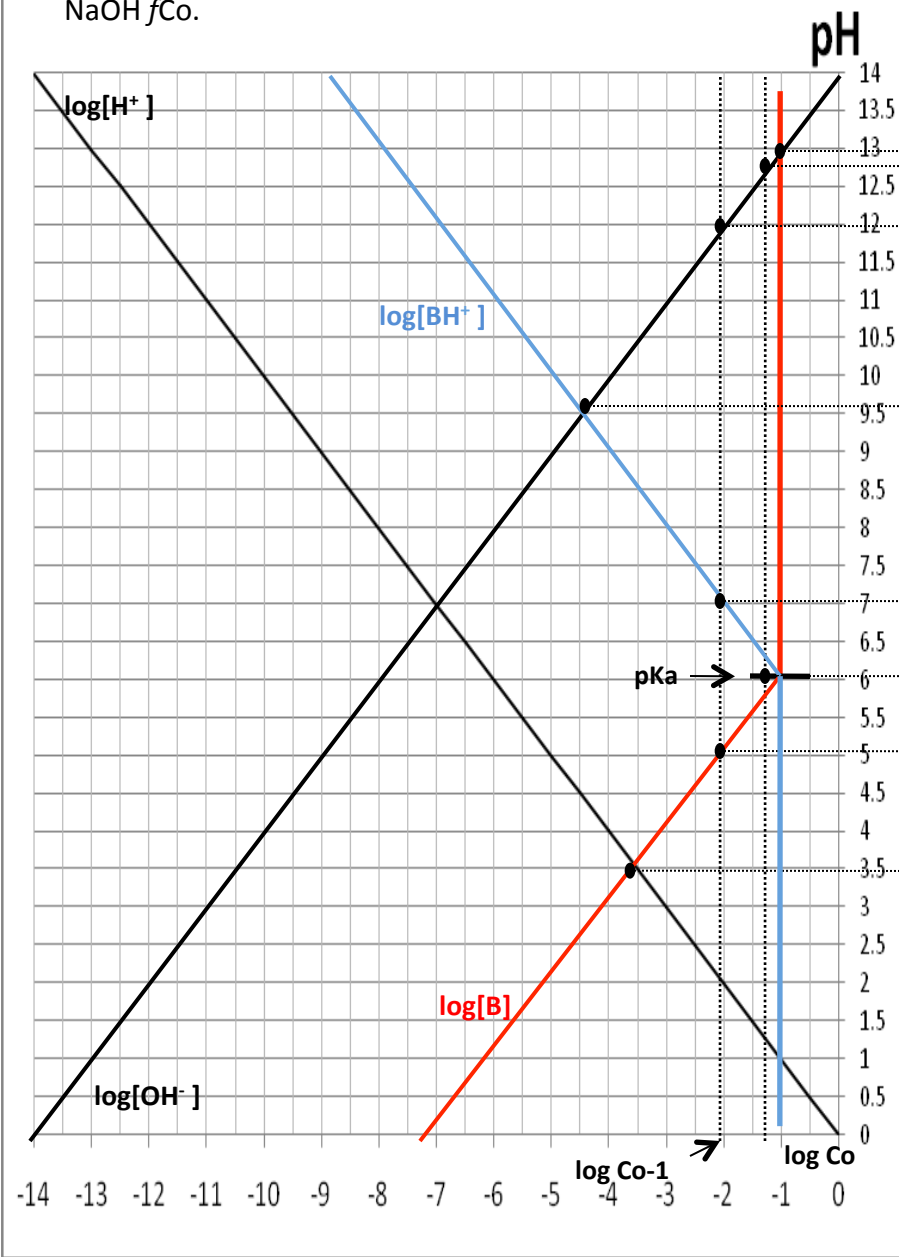
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



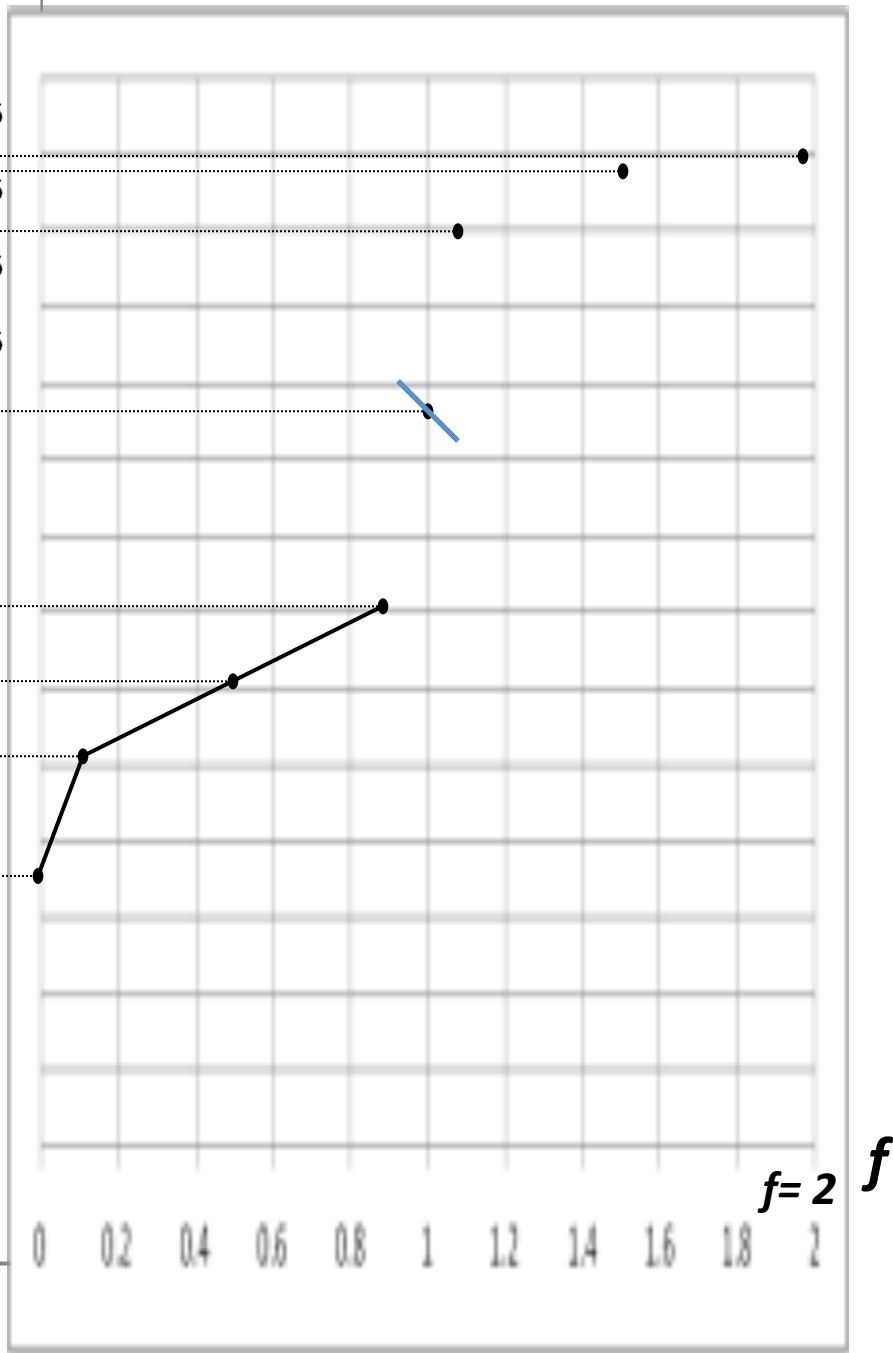
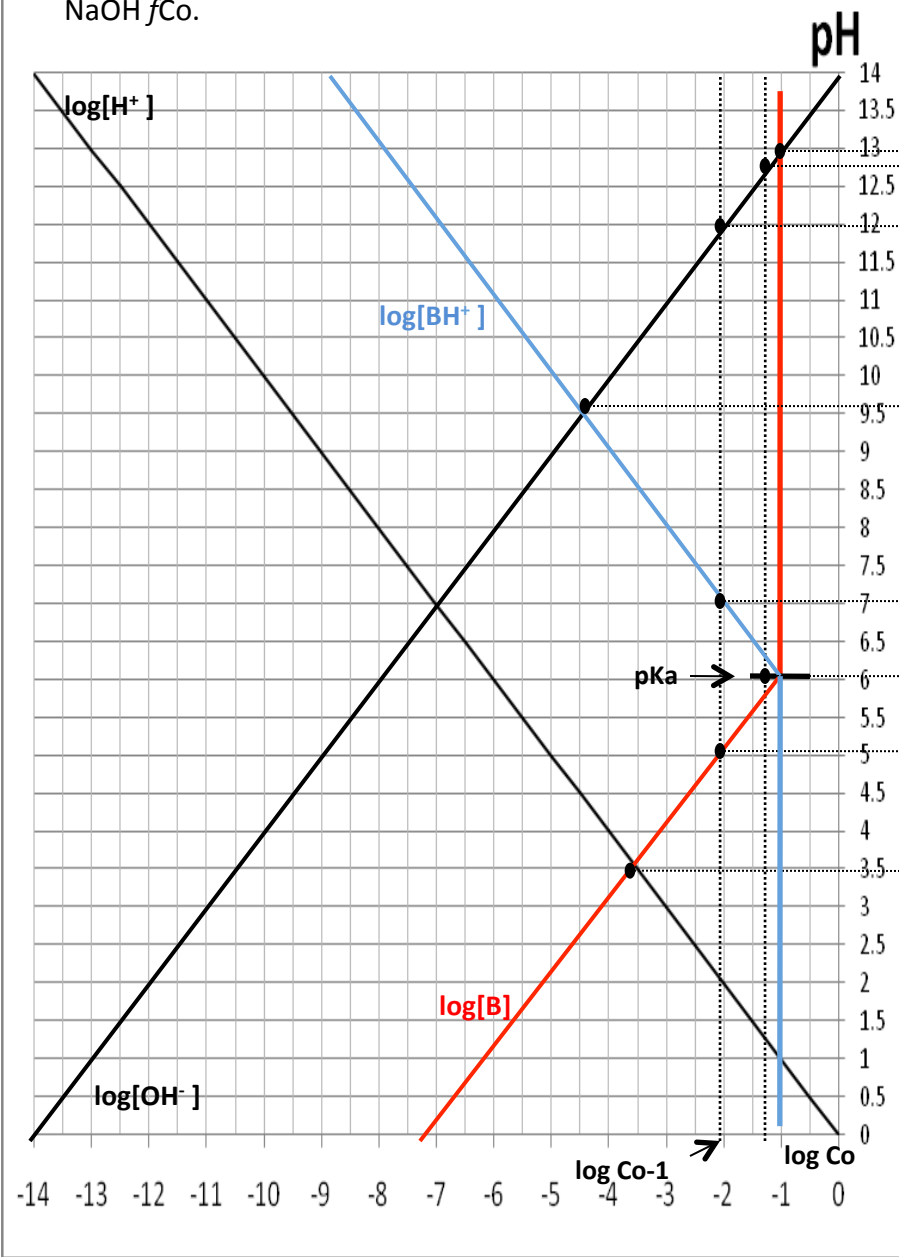
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



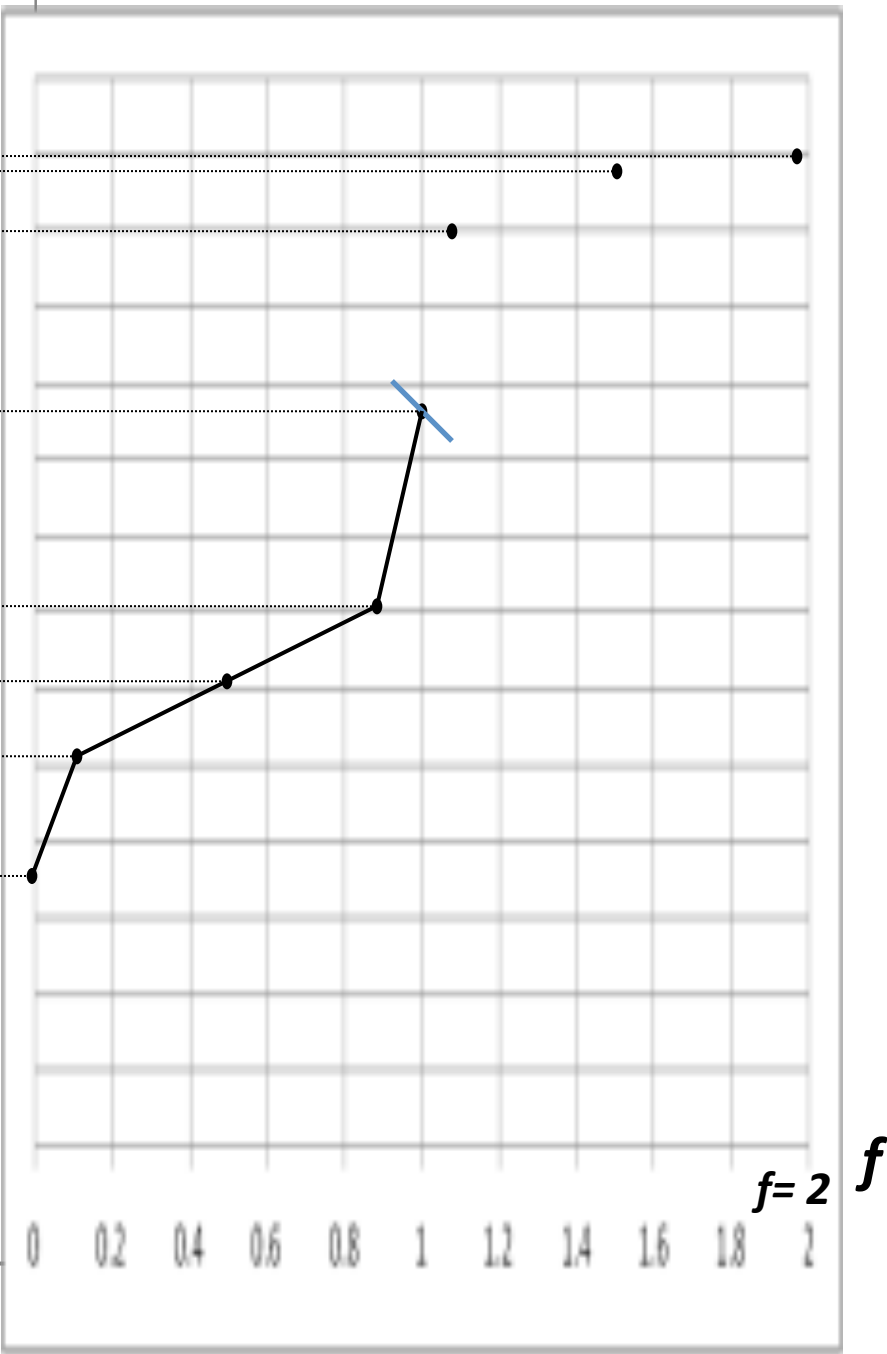
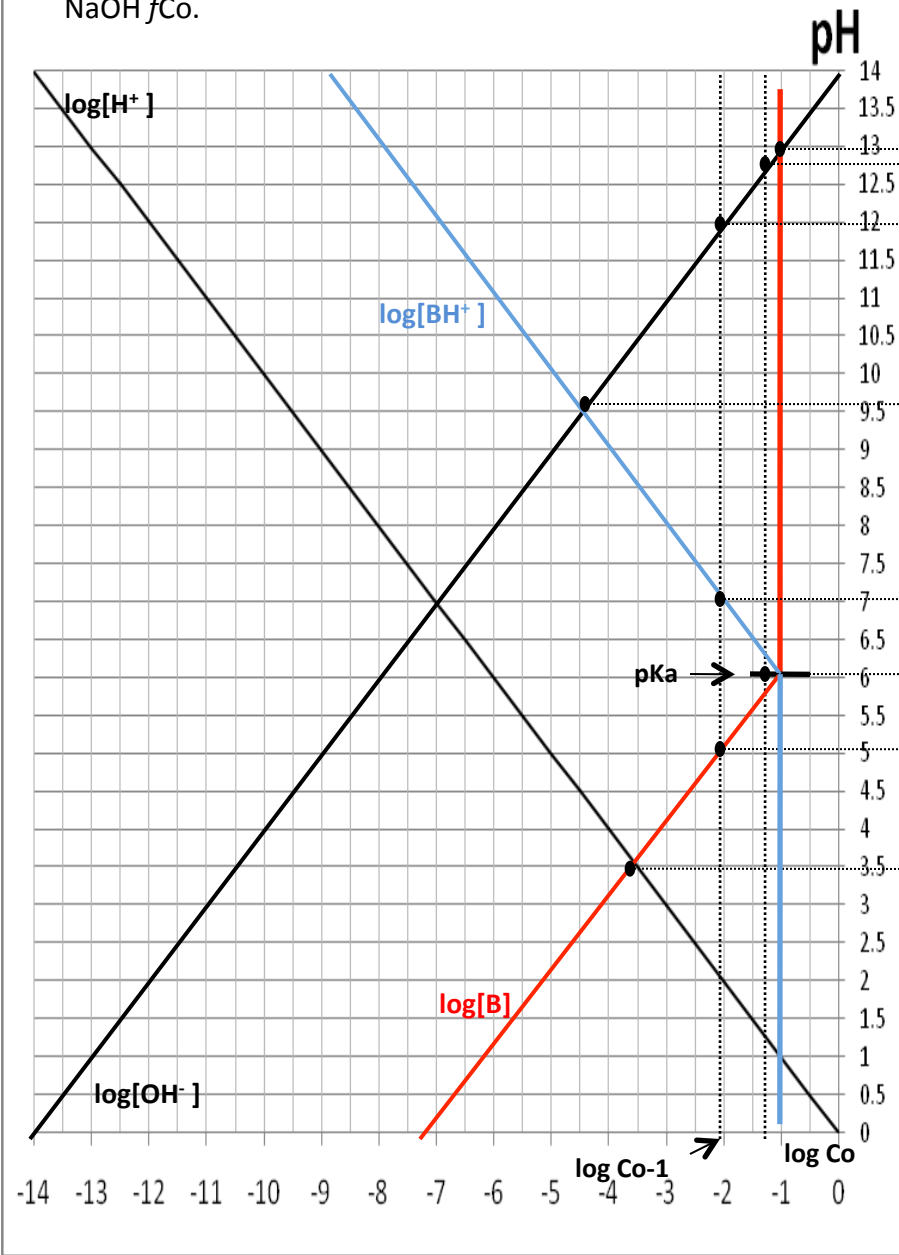
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



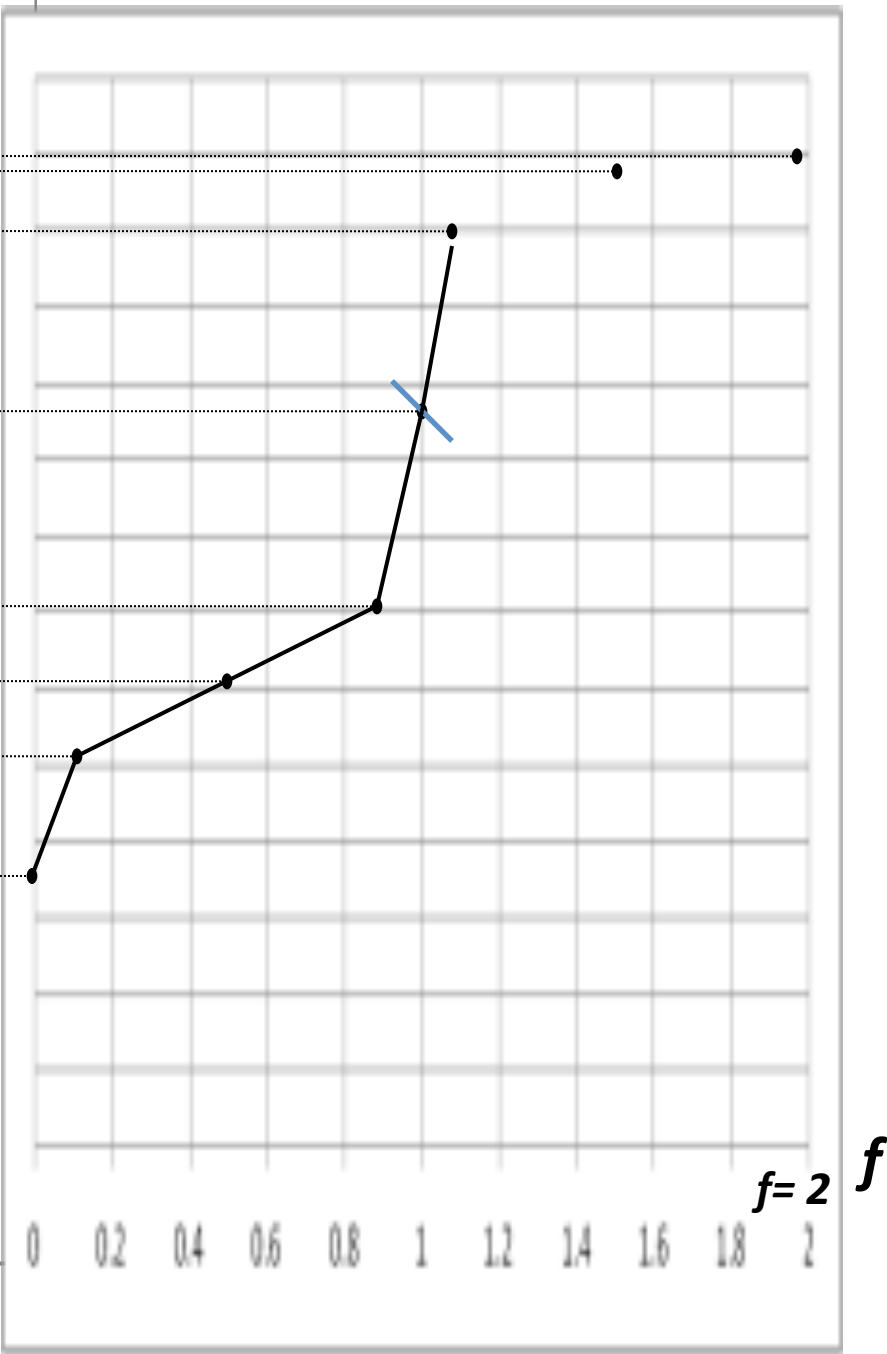
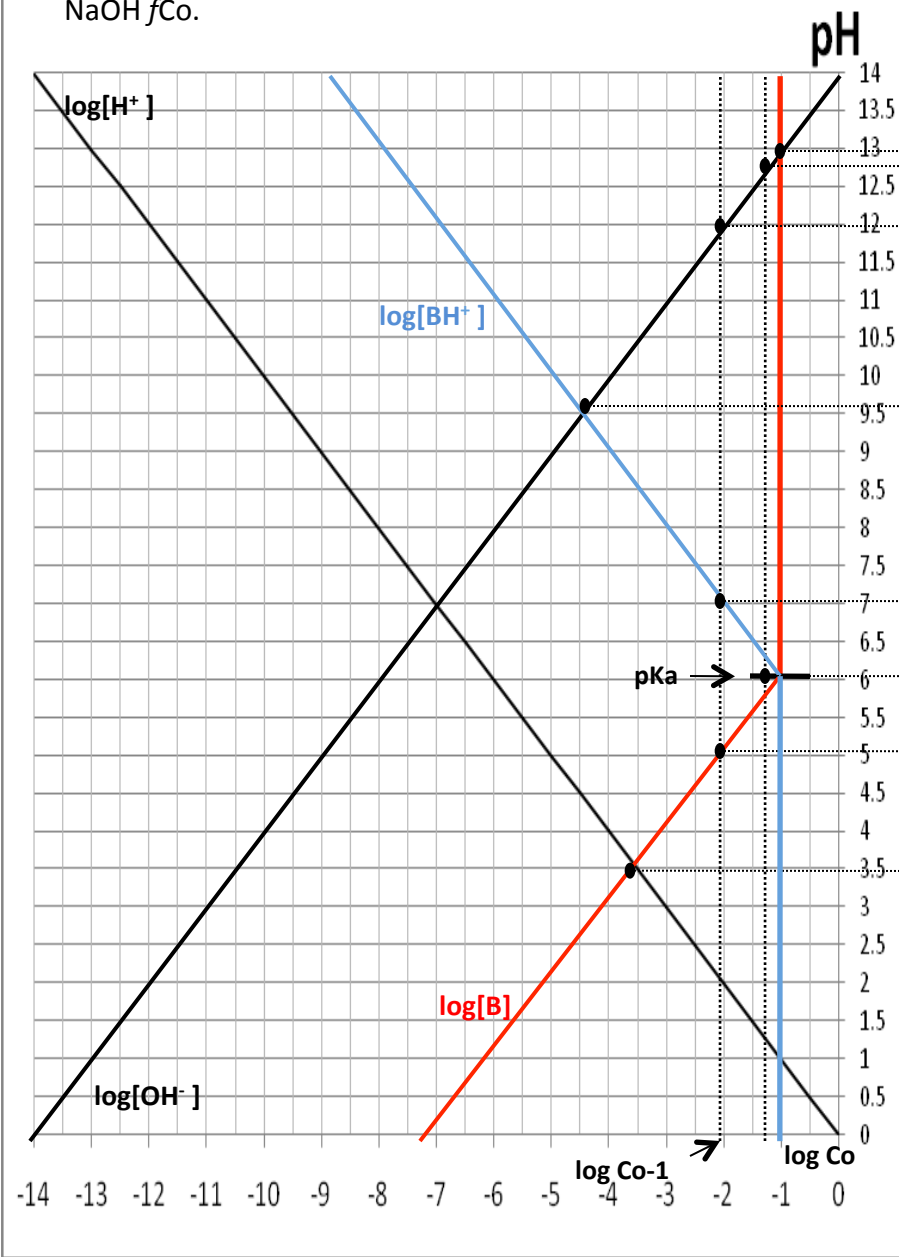
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



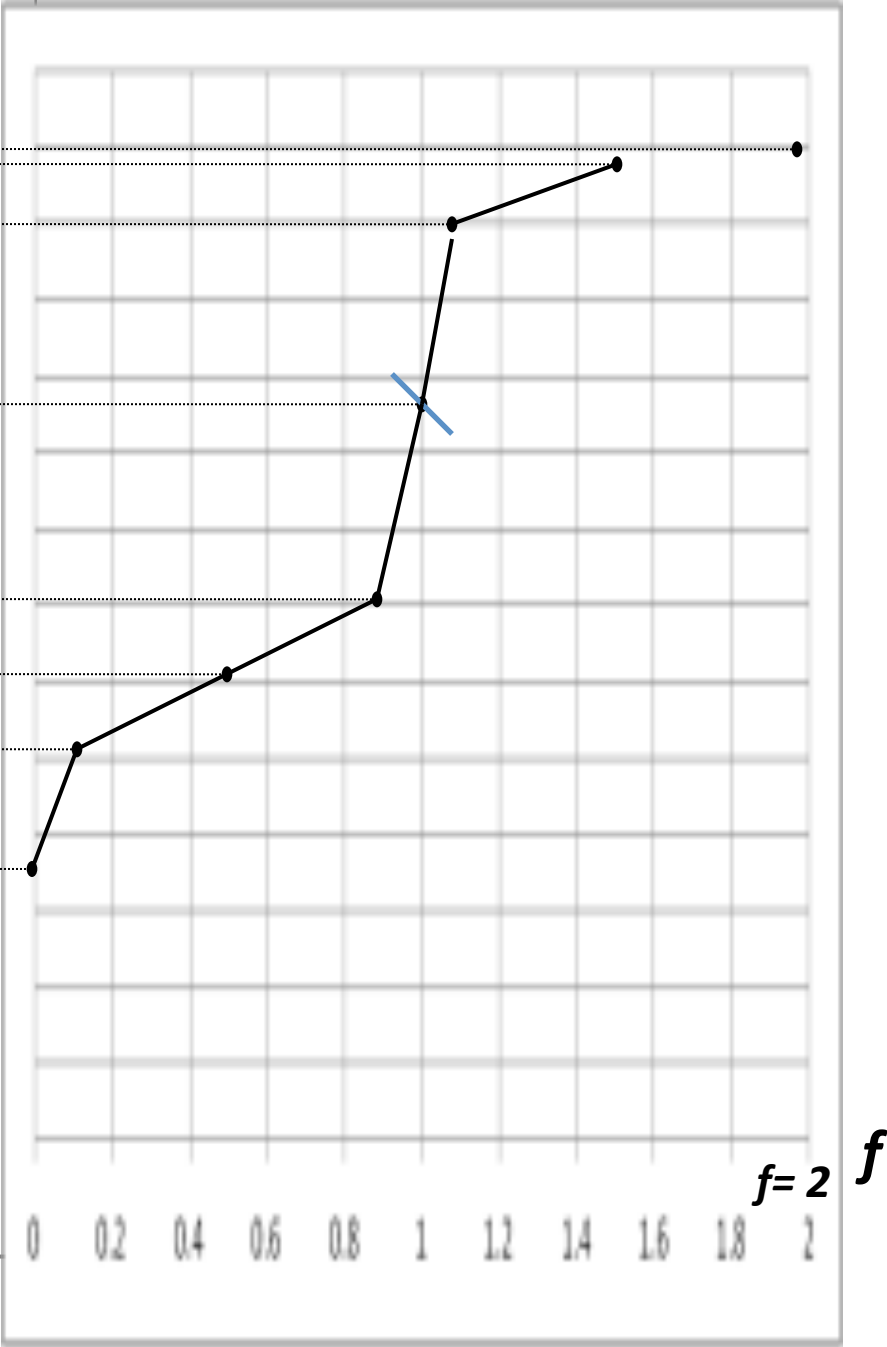
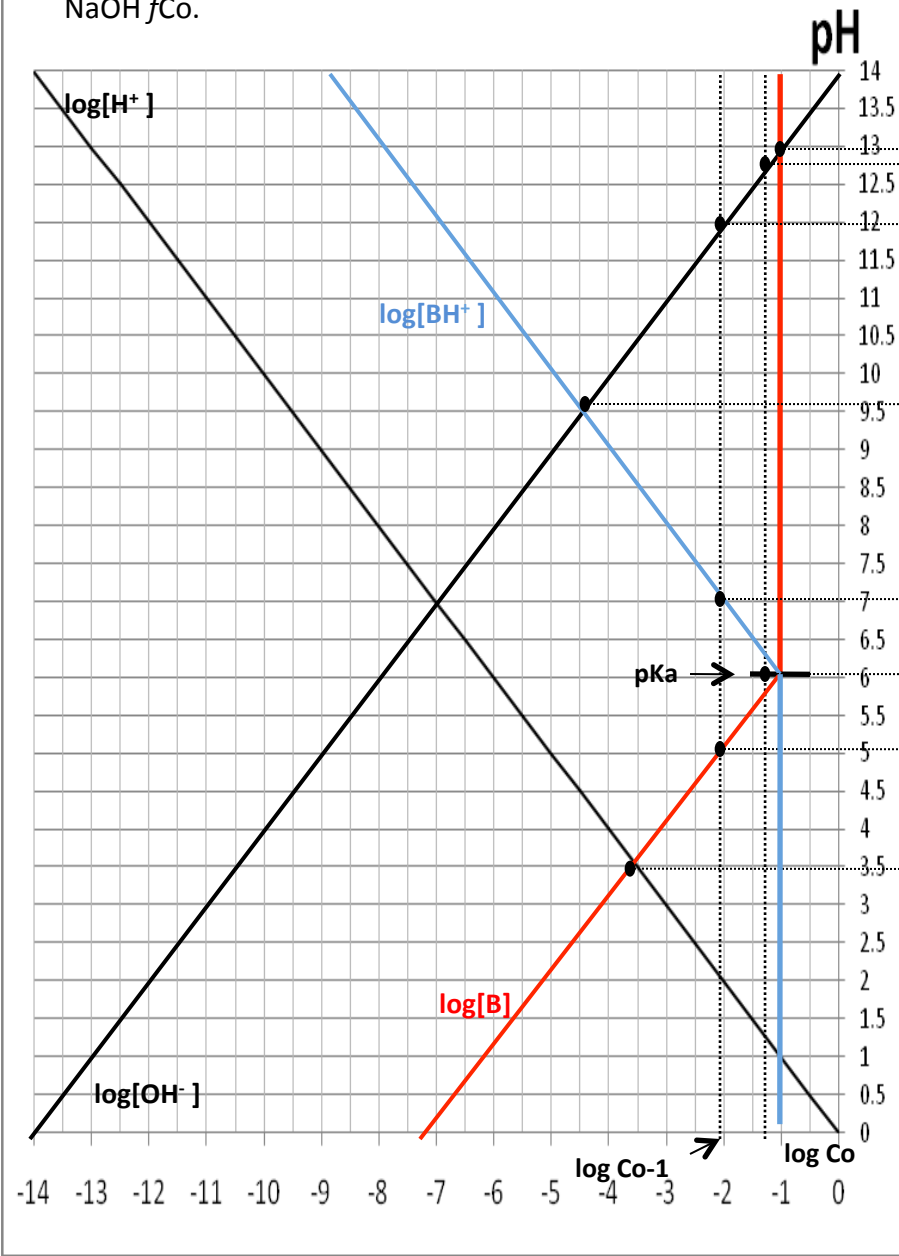
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



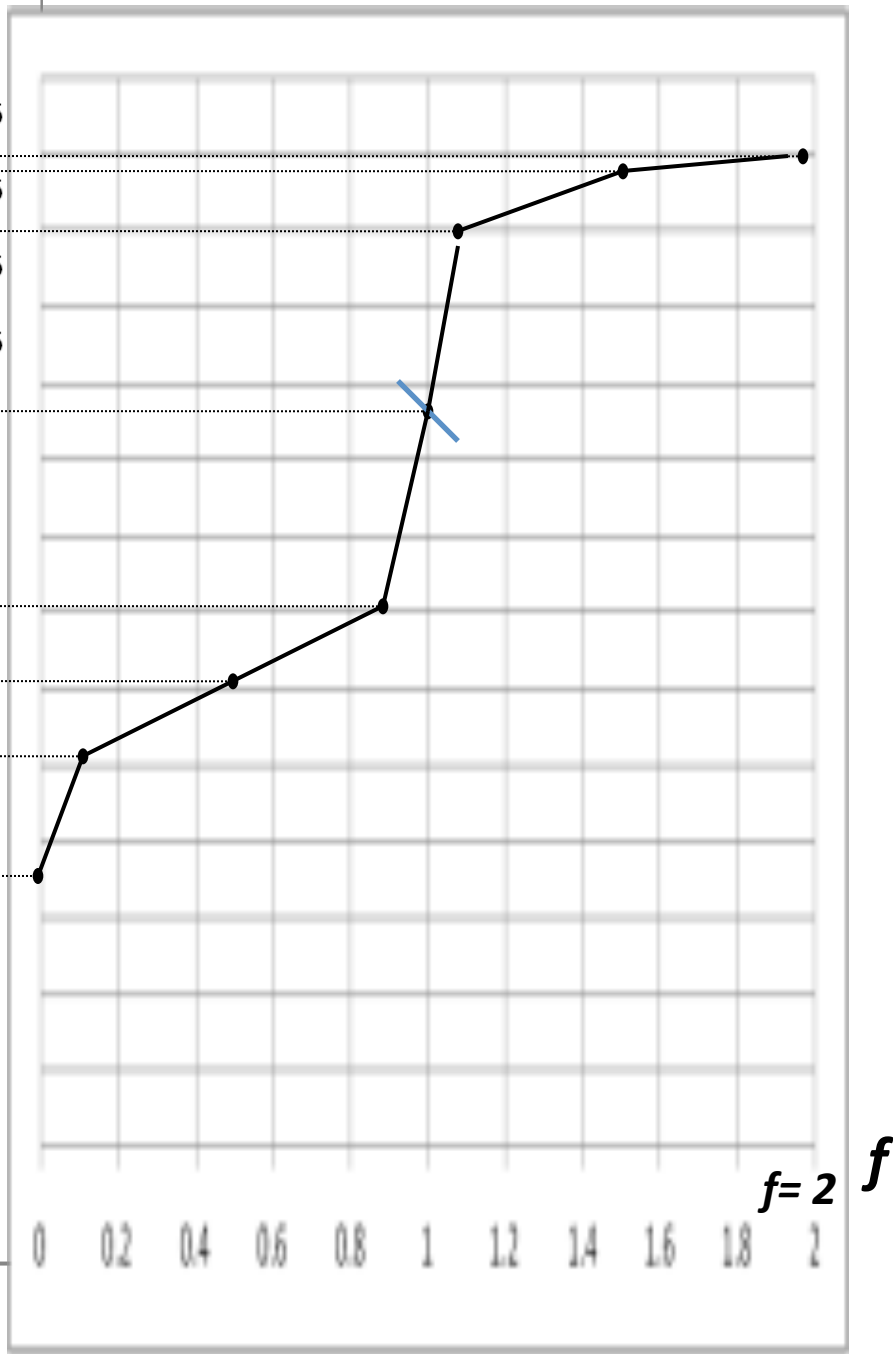
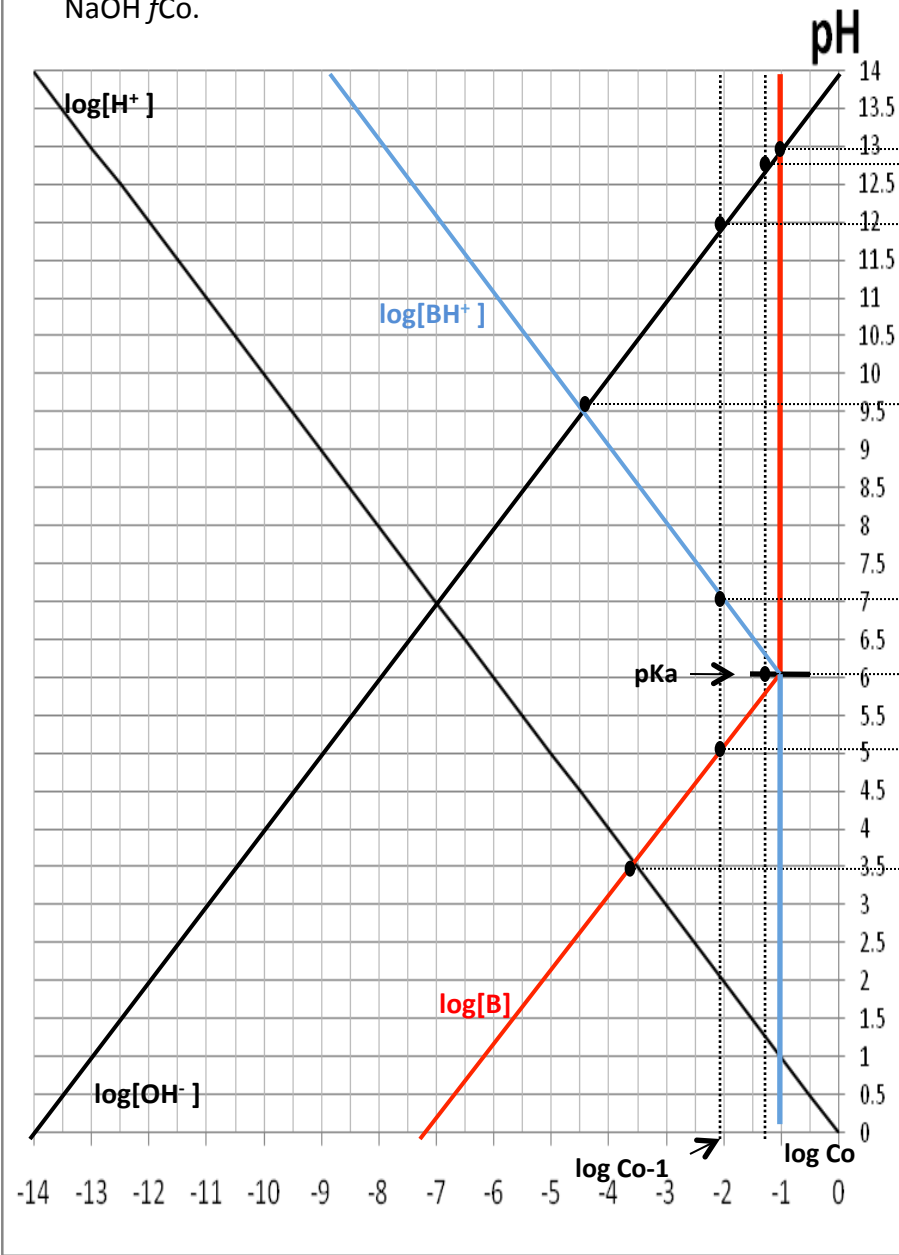
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



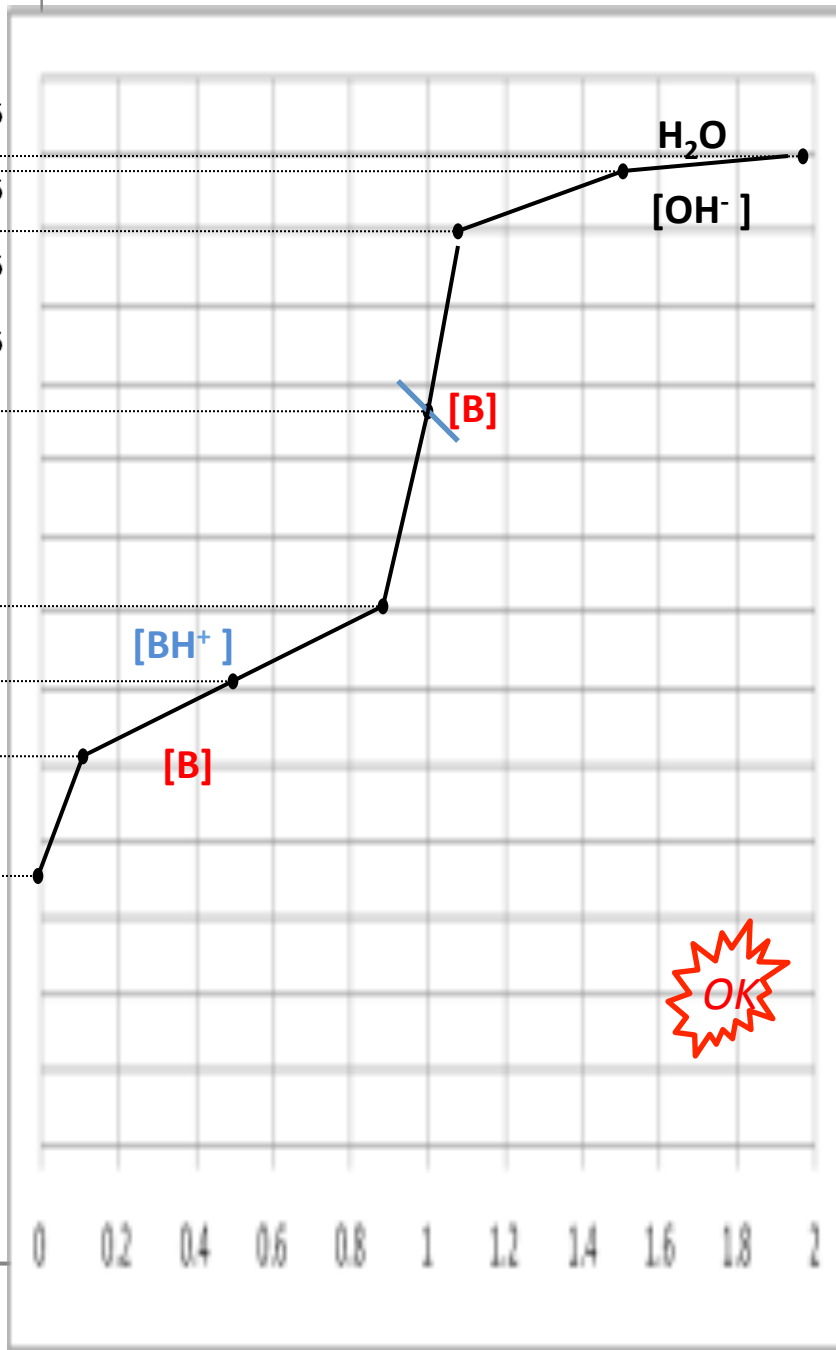
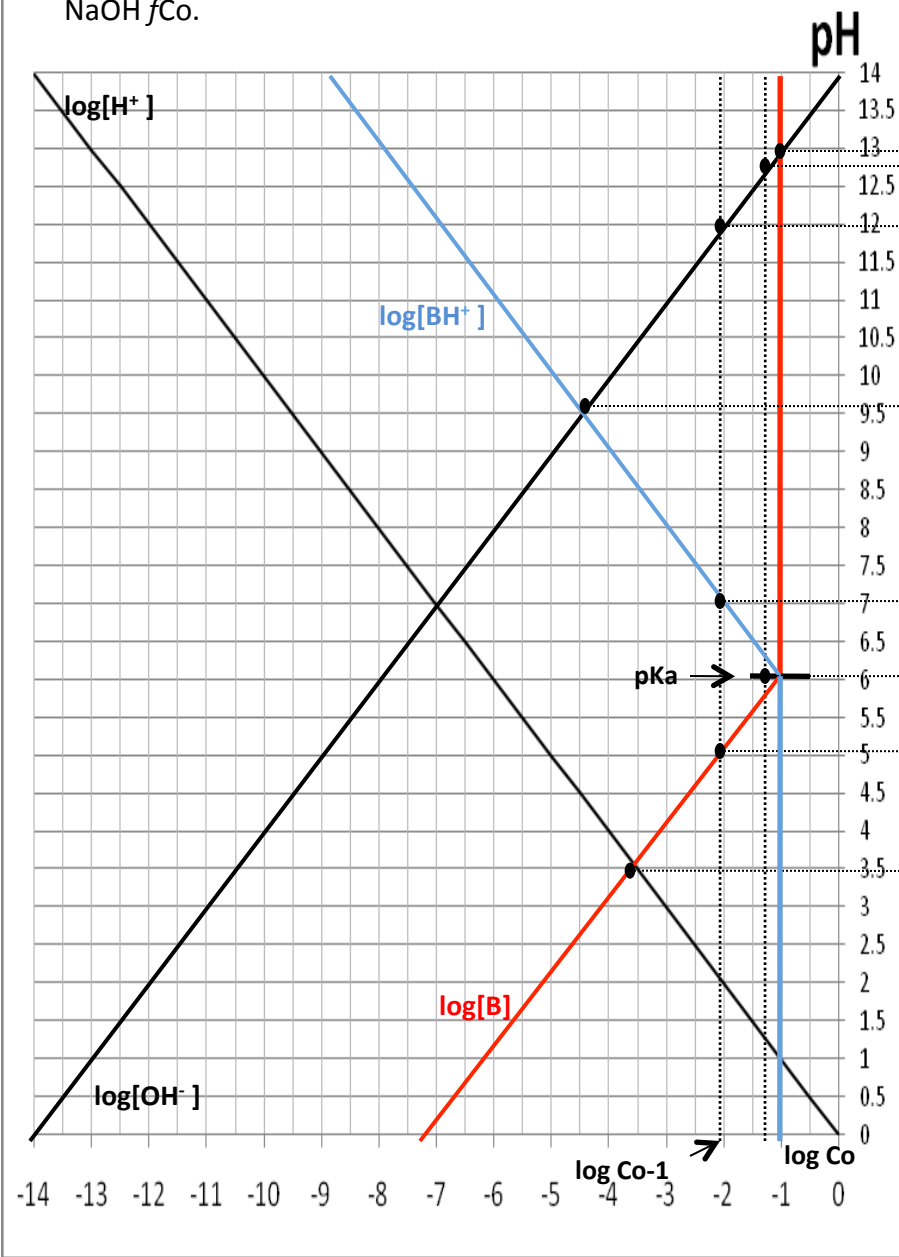
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



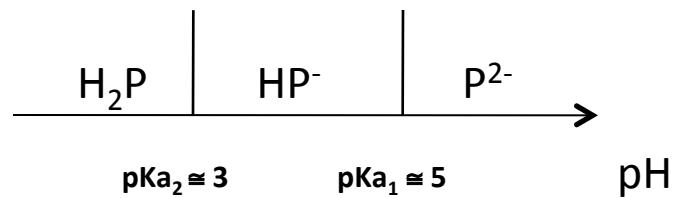
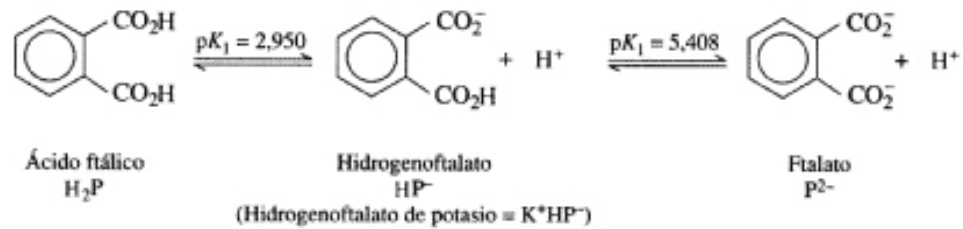
Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } fC_0$.



Titulación de **BHCl** $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Titulación de biftalato de K $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{C_0} .



Se trazan las rectas de las especies:

$$\log [H^+] = f(\text{pH})$$

$$\log [OH^-] = f(\text{pH})$$

$$\log [H_2P] = f(\text{pH})$$

$$\log [HP^-] = f(\text{pH})$$

$$\log [P^{2-}] = f(\text{pH})$$

y las líneas:

$$\log C_0$$

$$\log C_0 - 0.3$$

$$\log C_0 - 1$$

y sendos puntos del sistema:

$(-1, 3), (-1, 5)$



A. Baeza
"Química Analítica.
Expresión gráfica de las Reacciones Químicas"
"2ª Edición.
S. Y G. Editores
2010

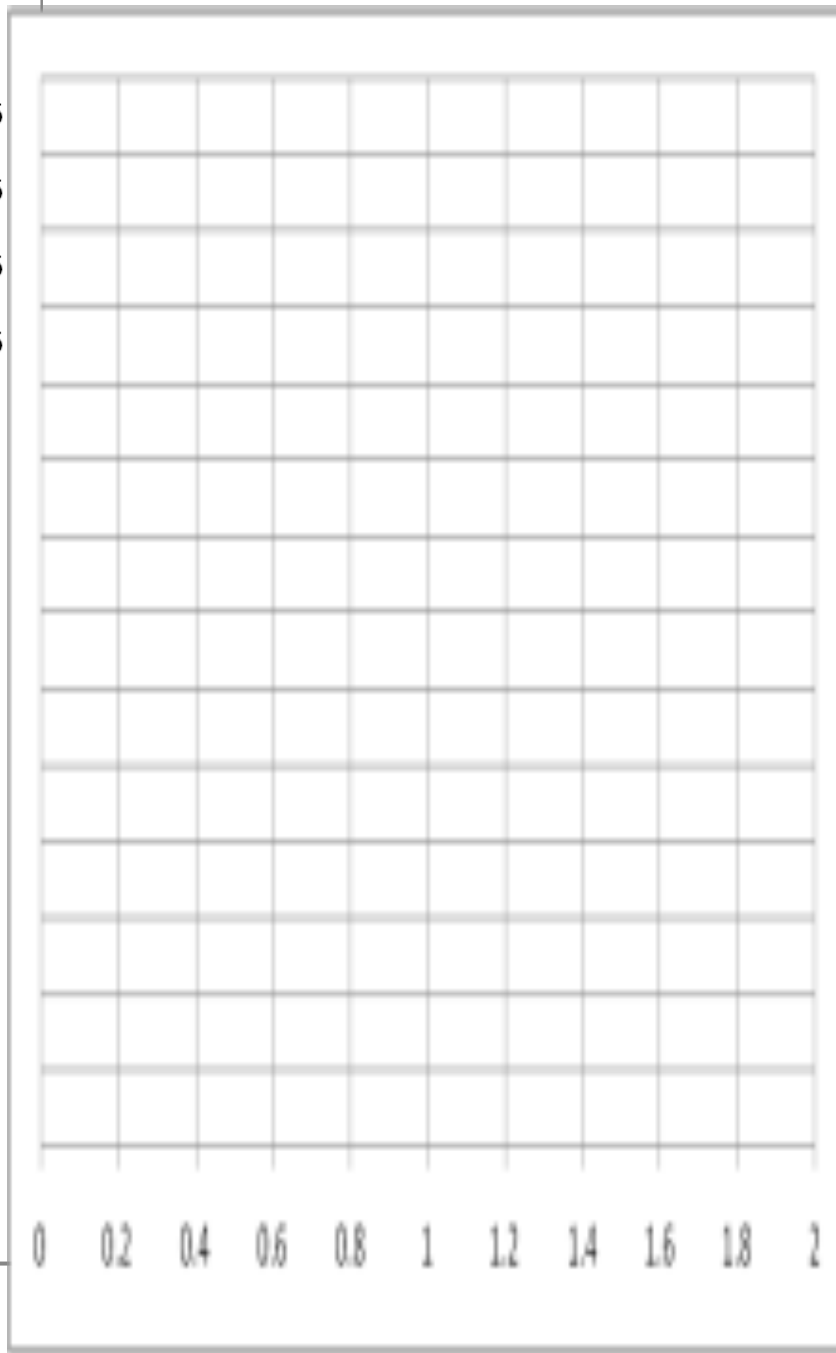
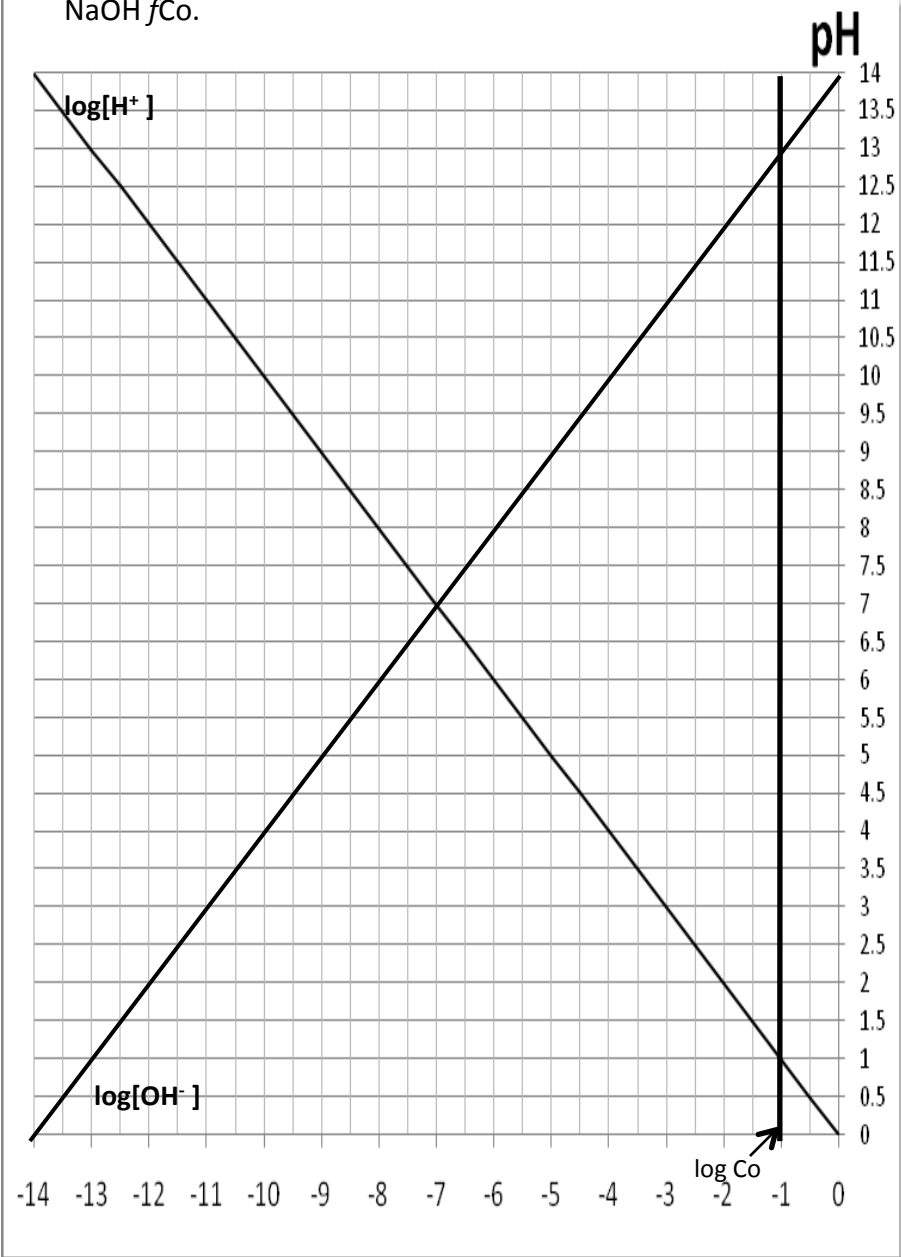


<http://depa.fquim.unam.mx/amyd>



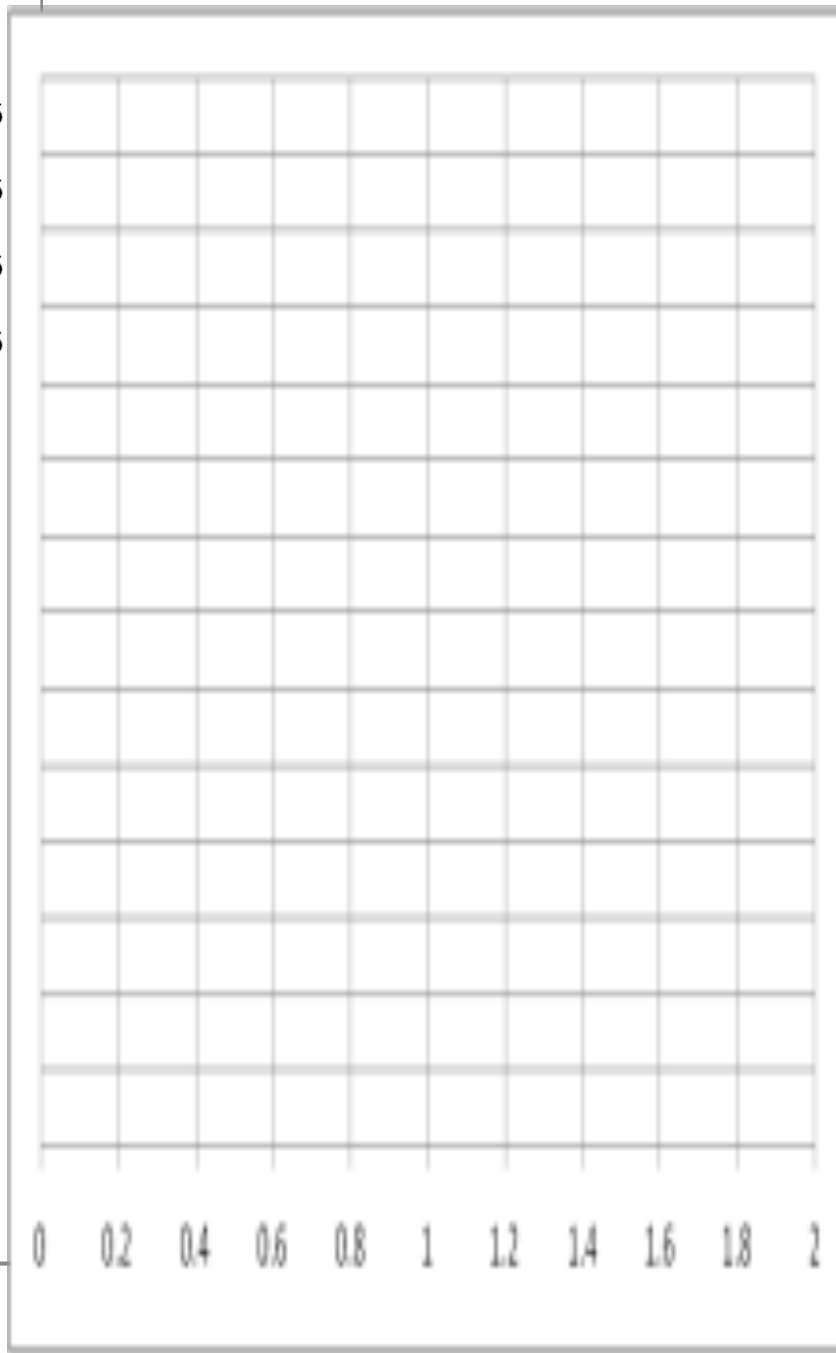
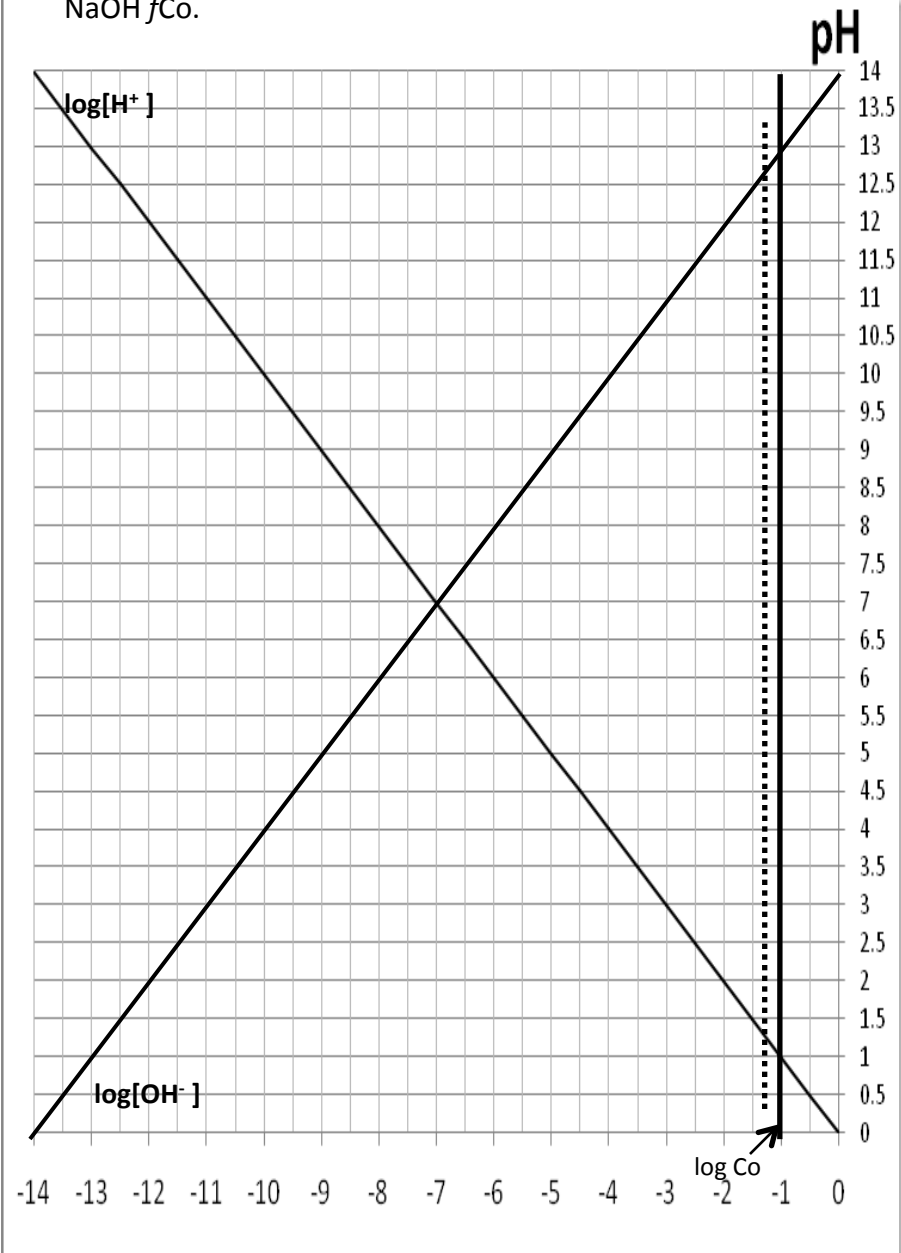
QA I

Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

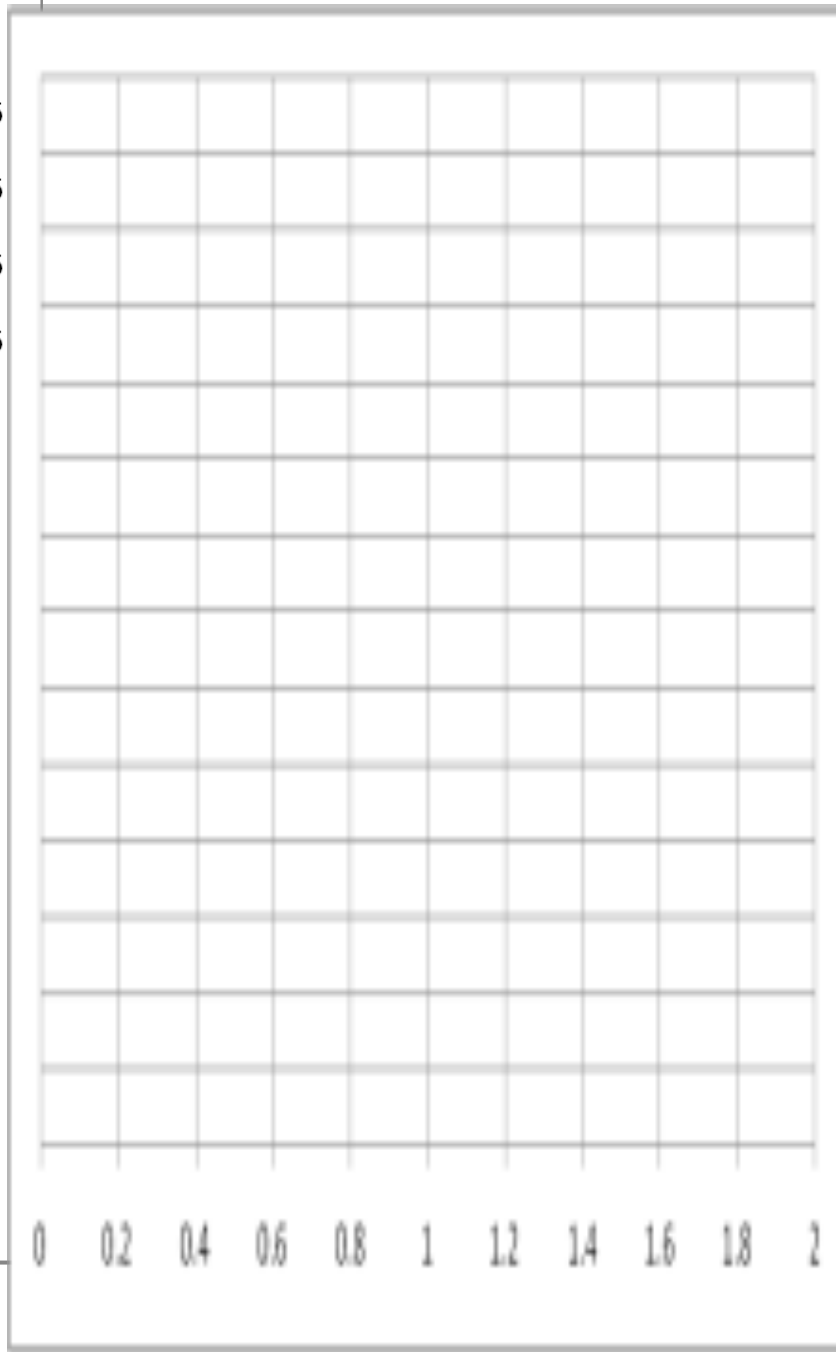
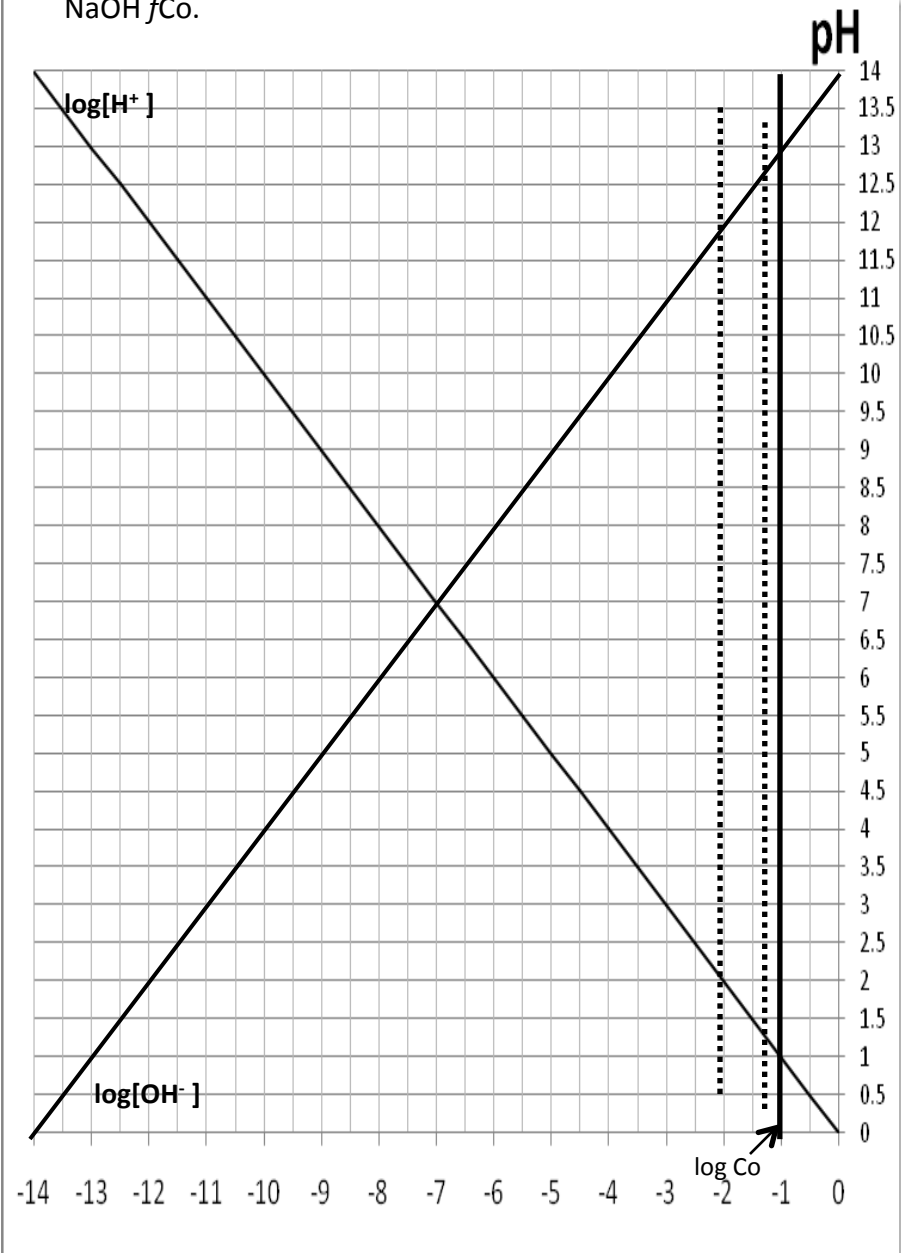


f

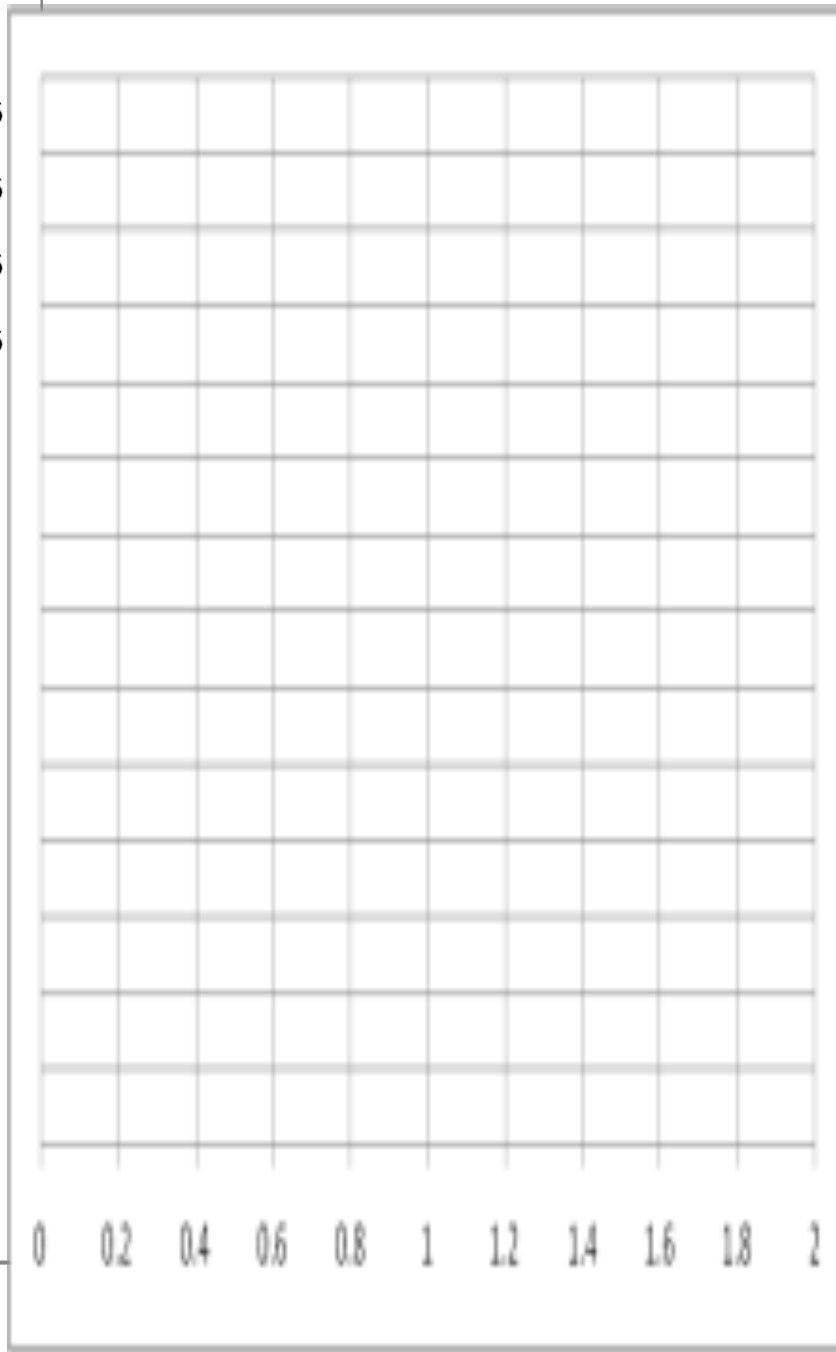
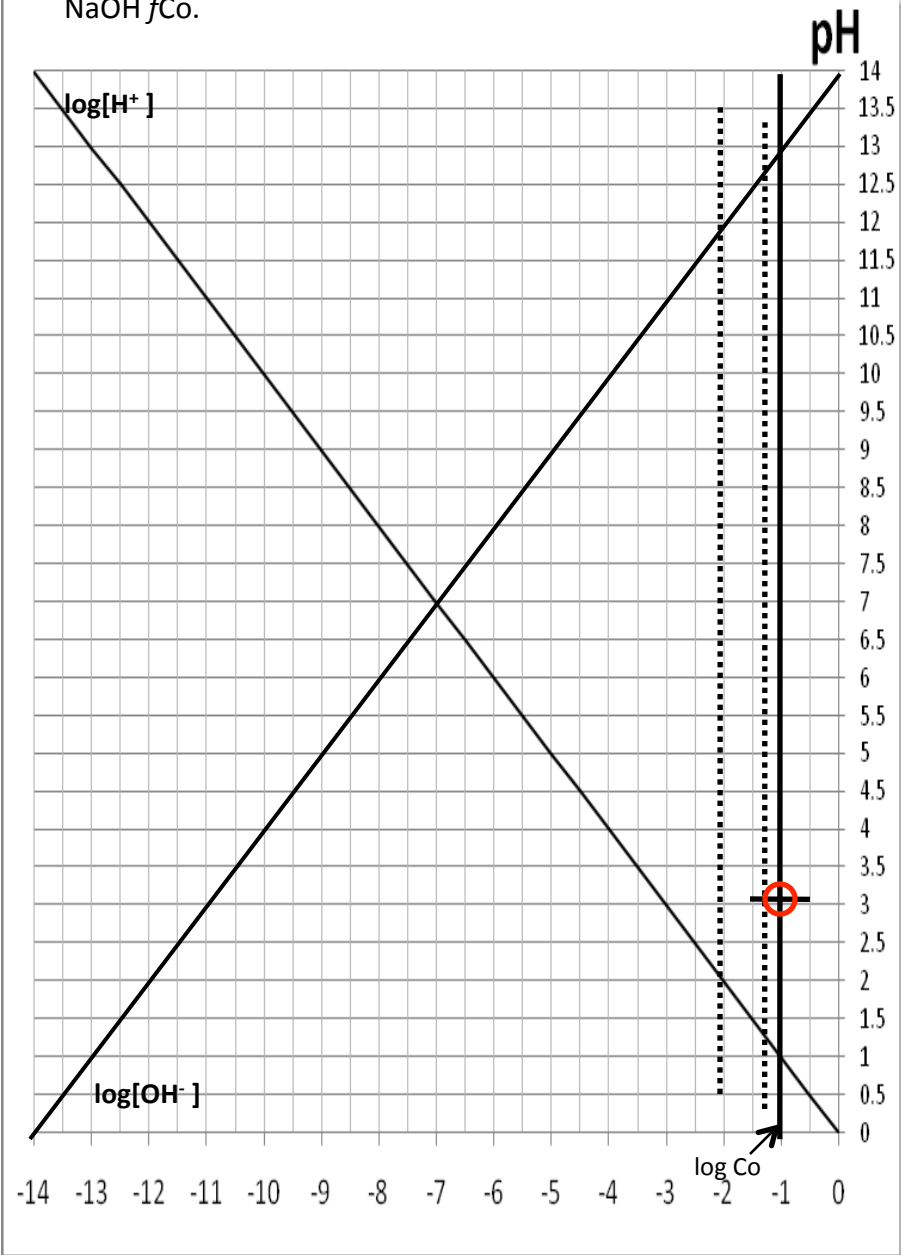
Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fCo .



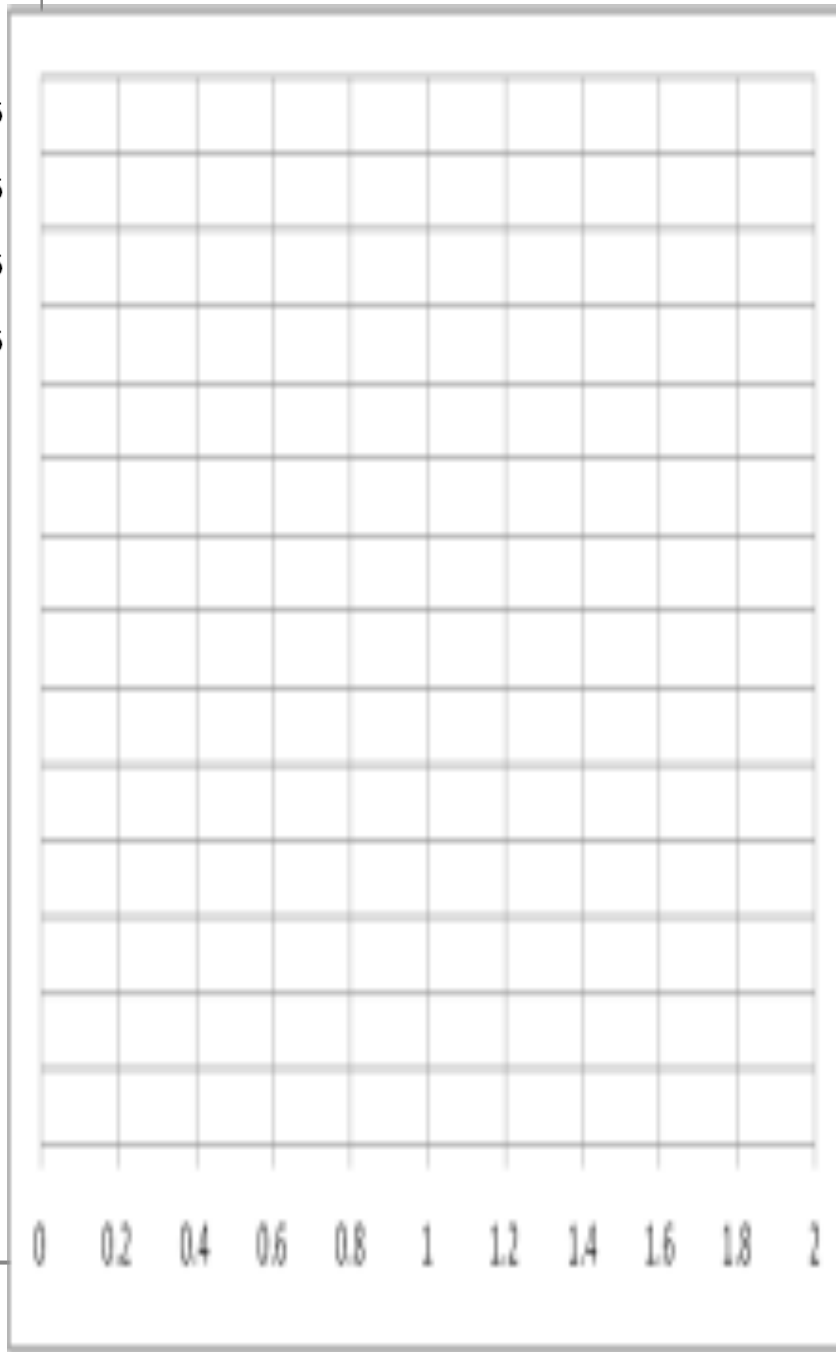
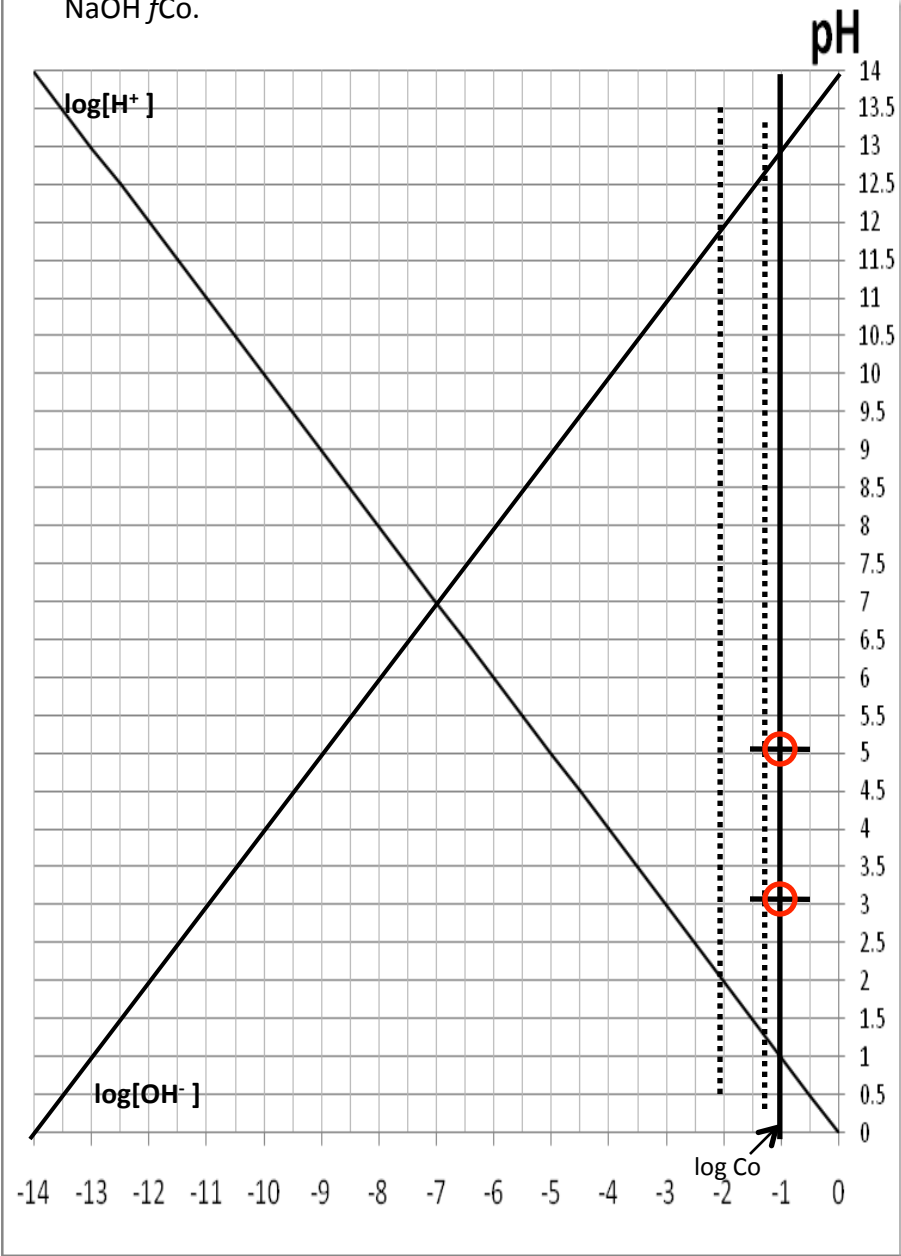
Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



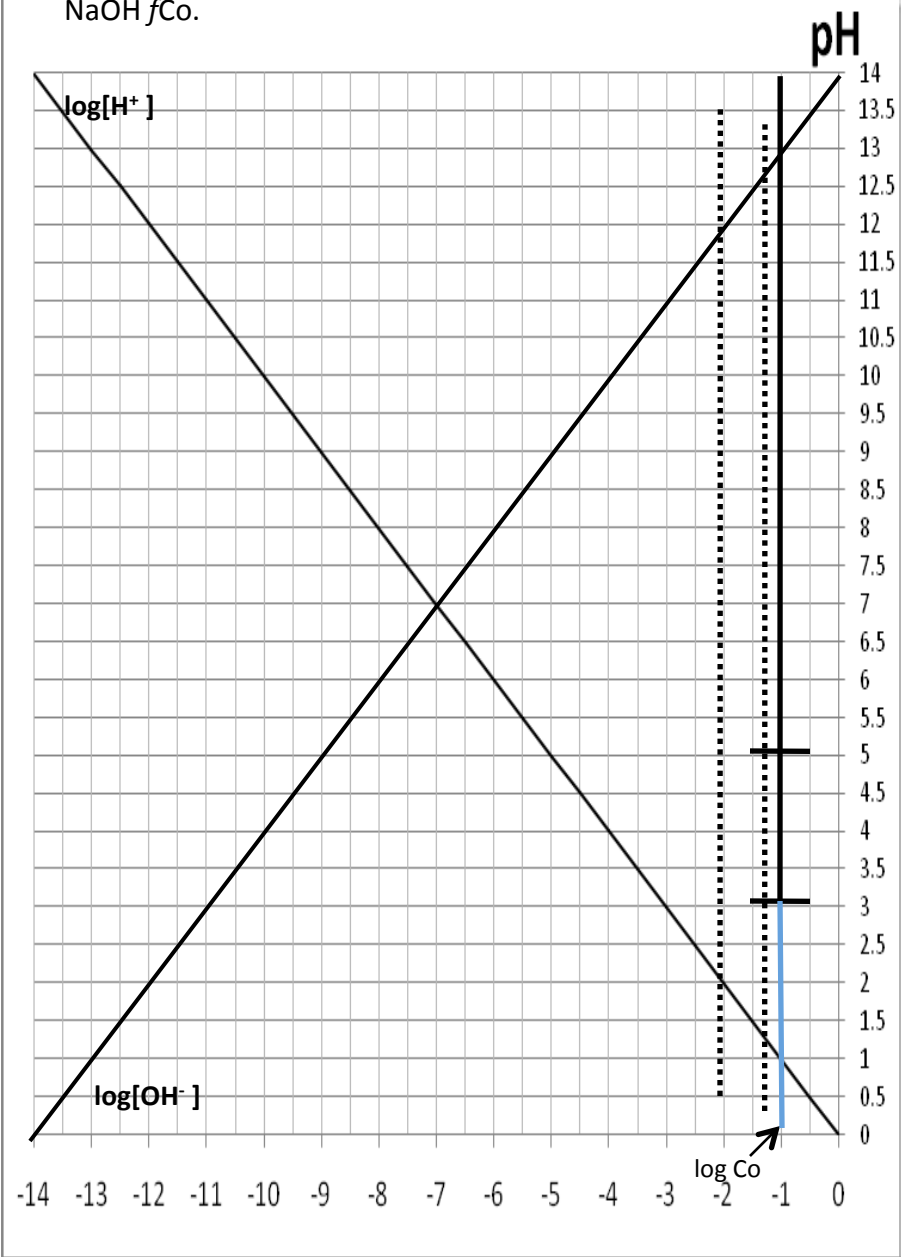
Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

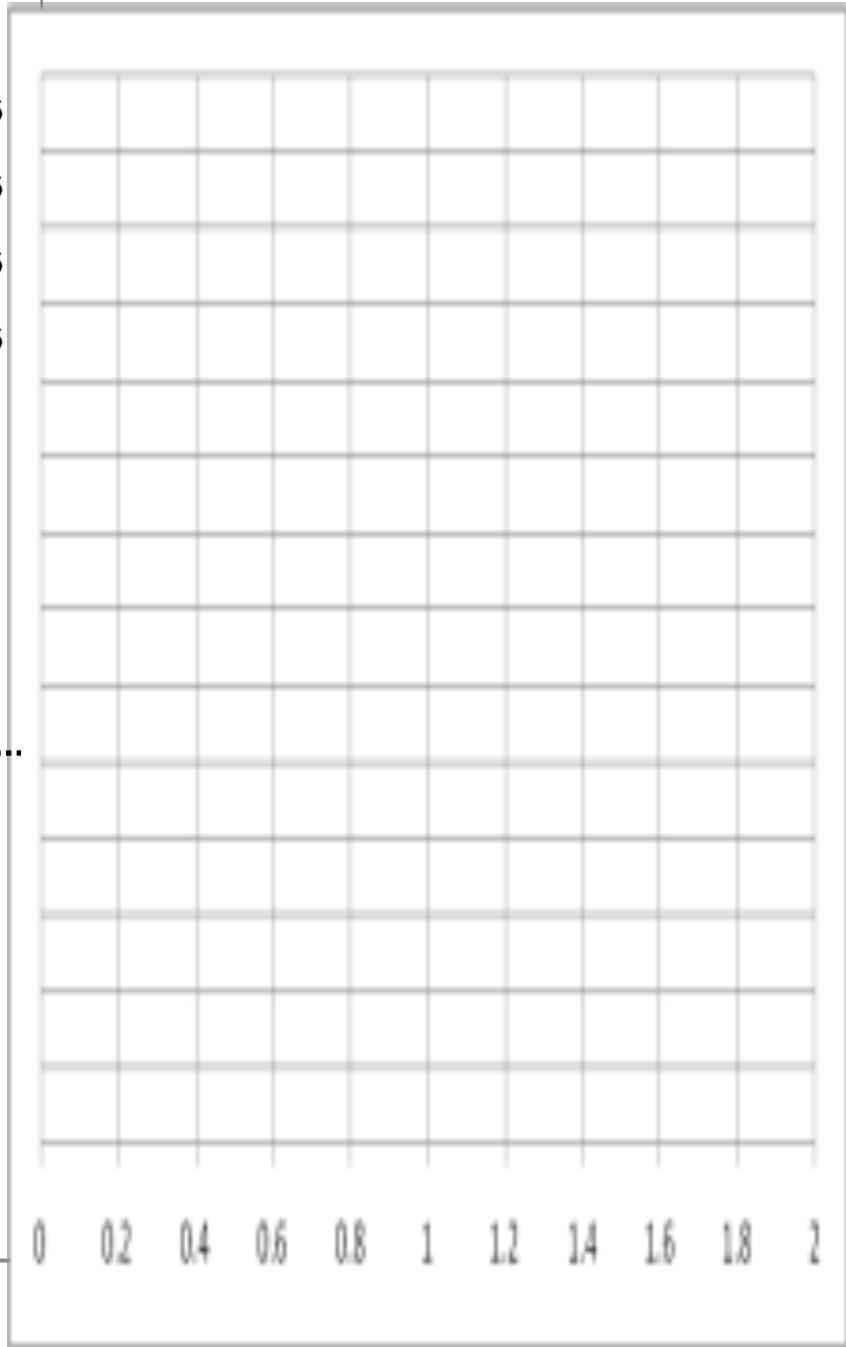
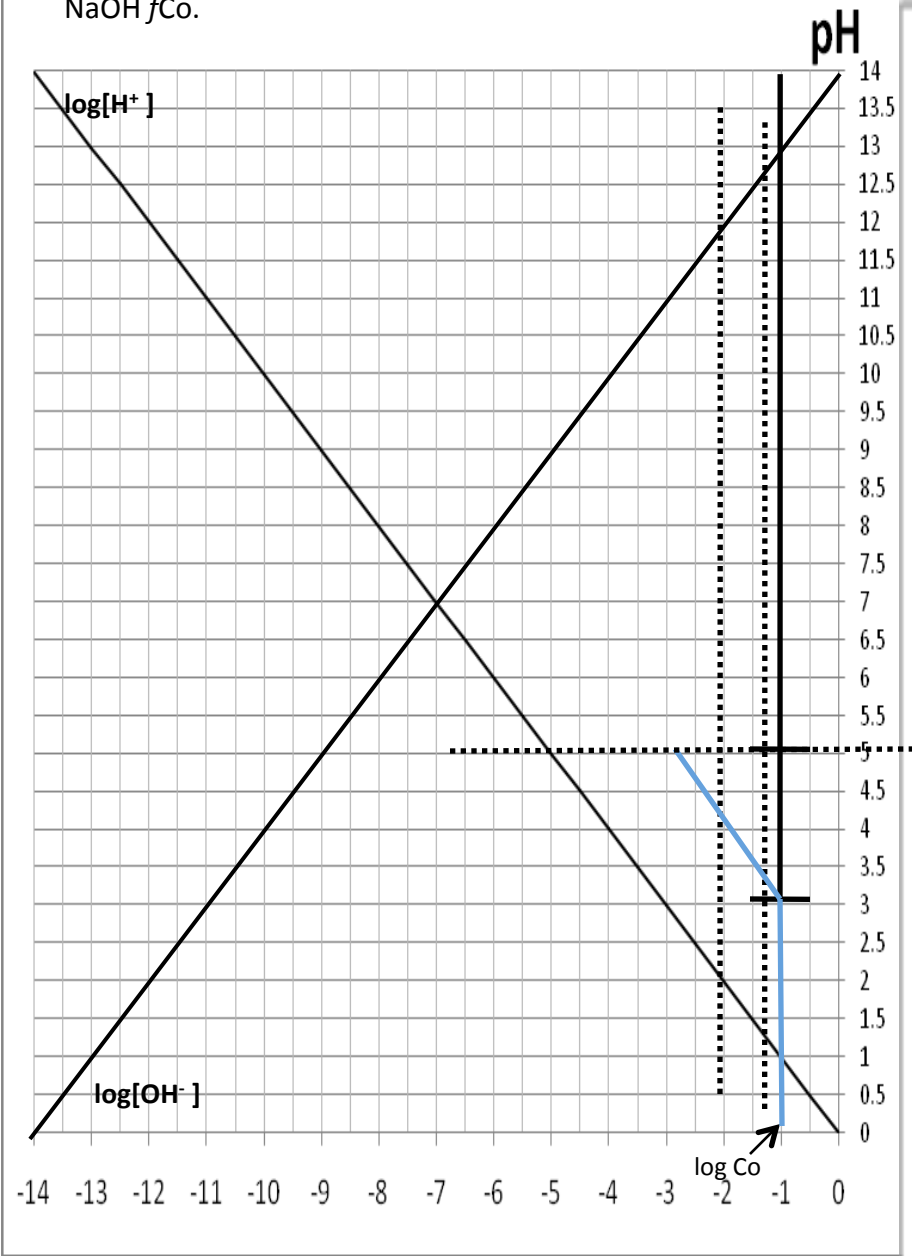


Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

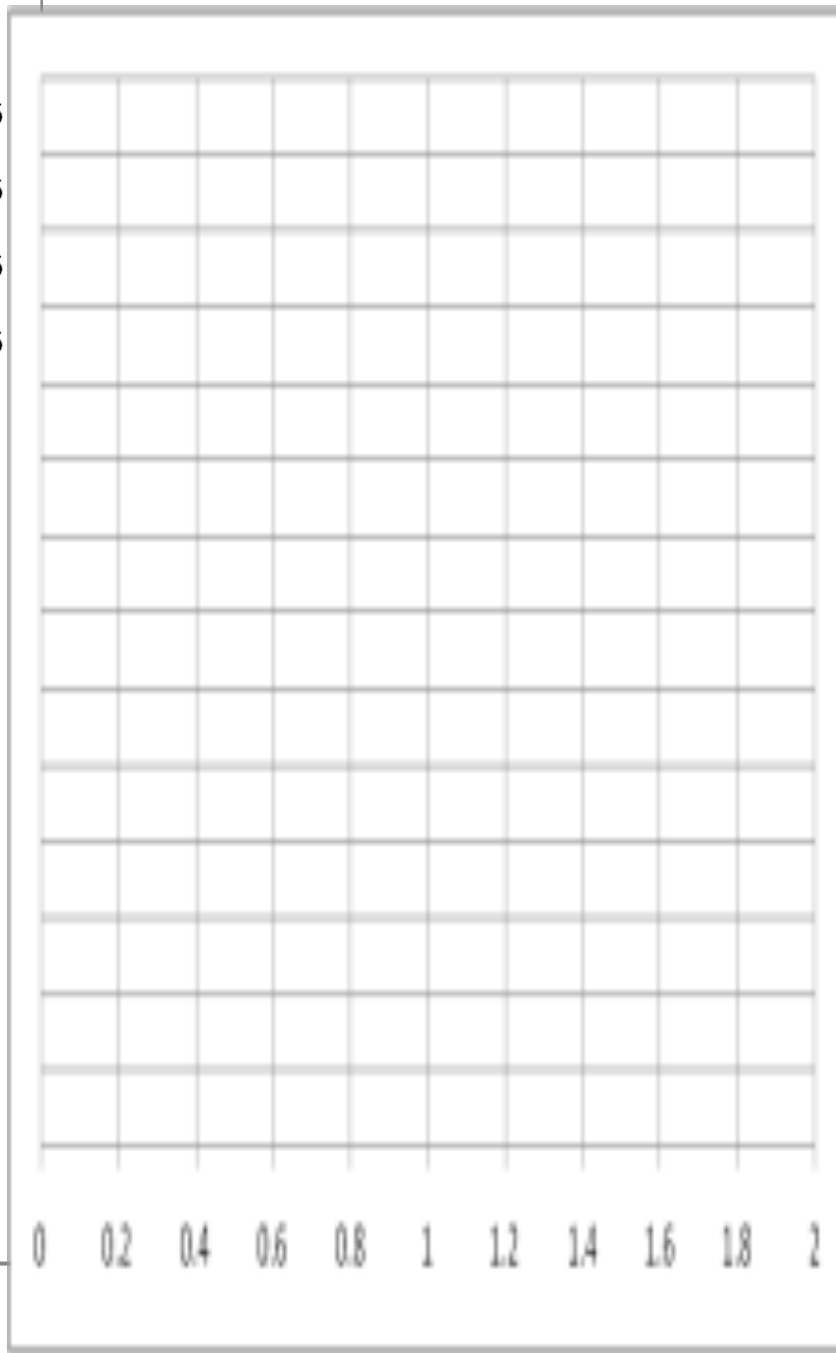
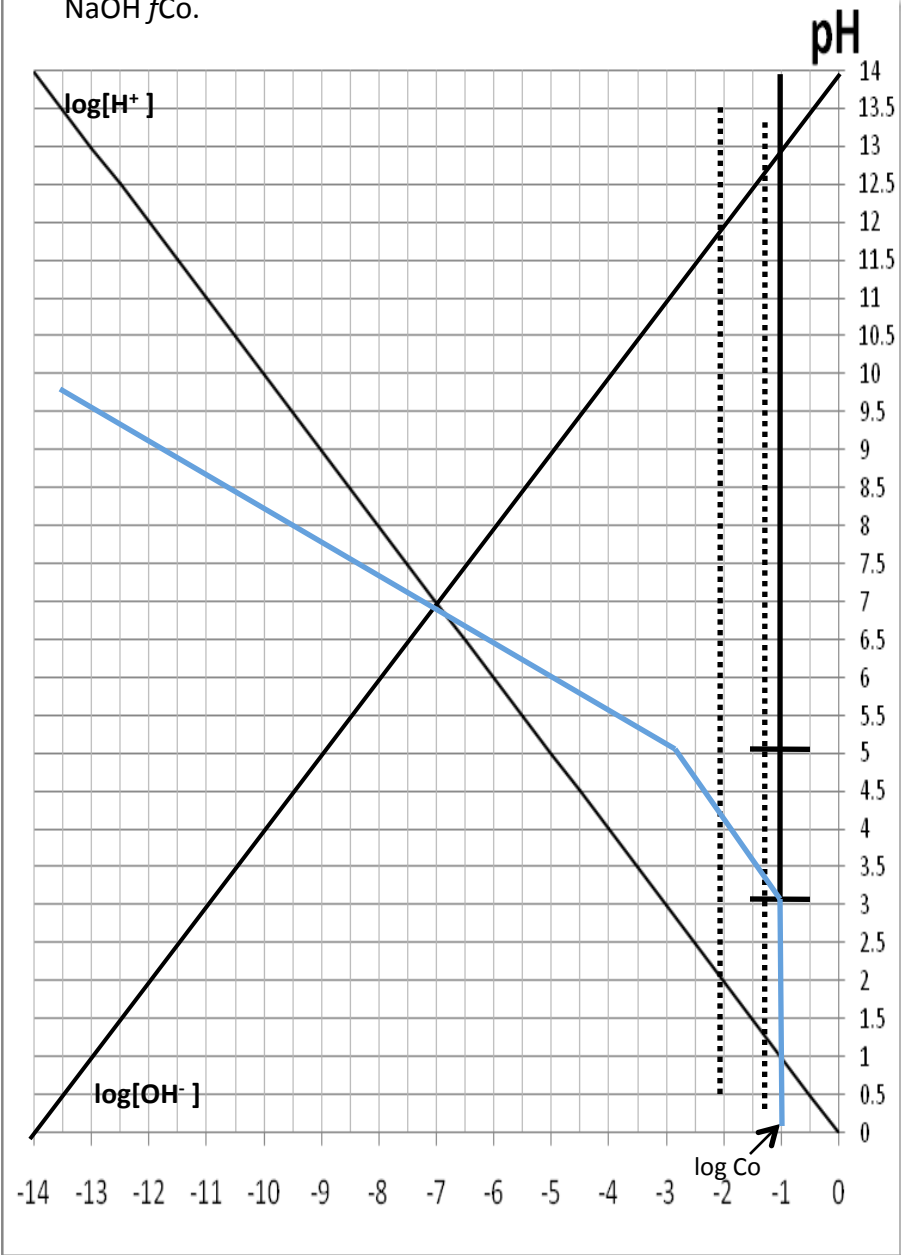


f

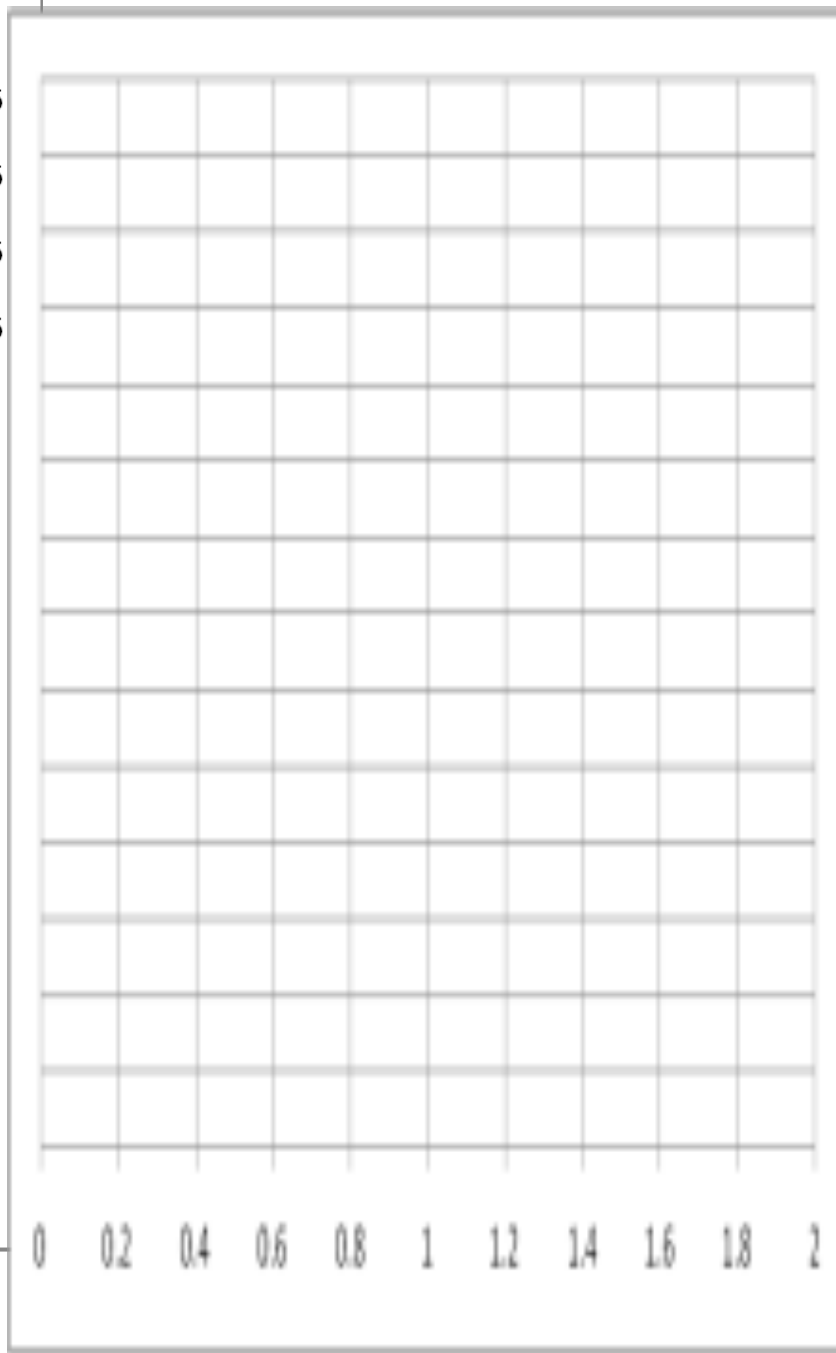
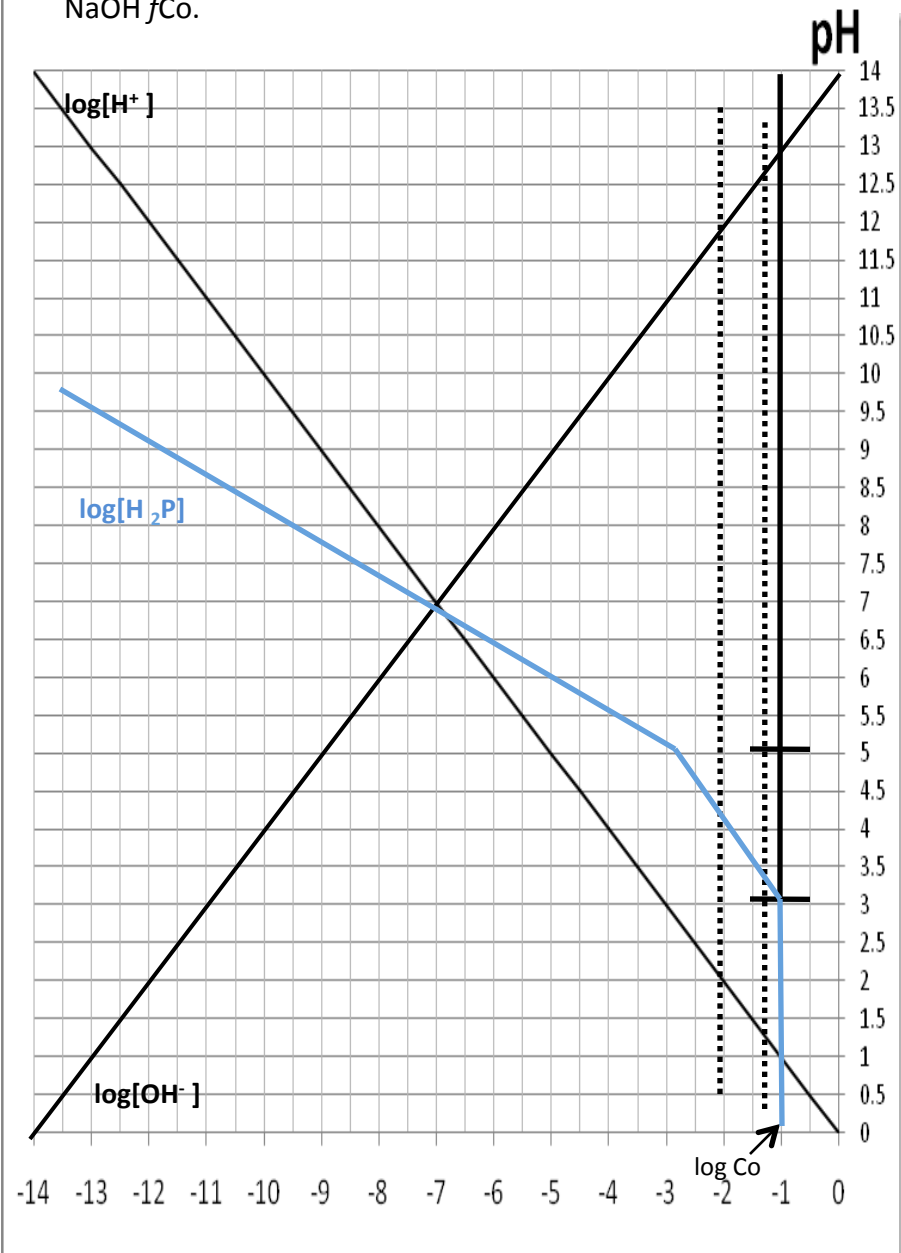
Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fCo .



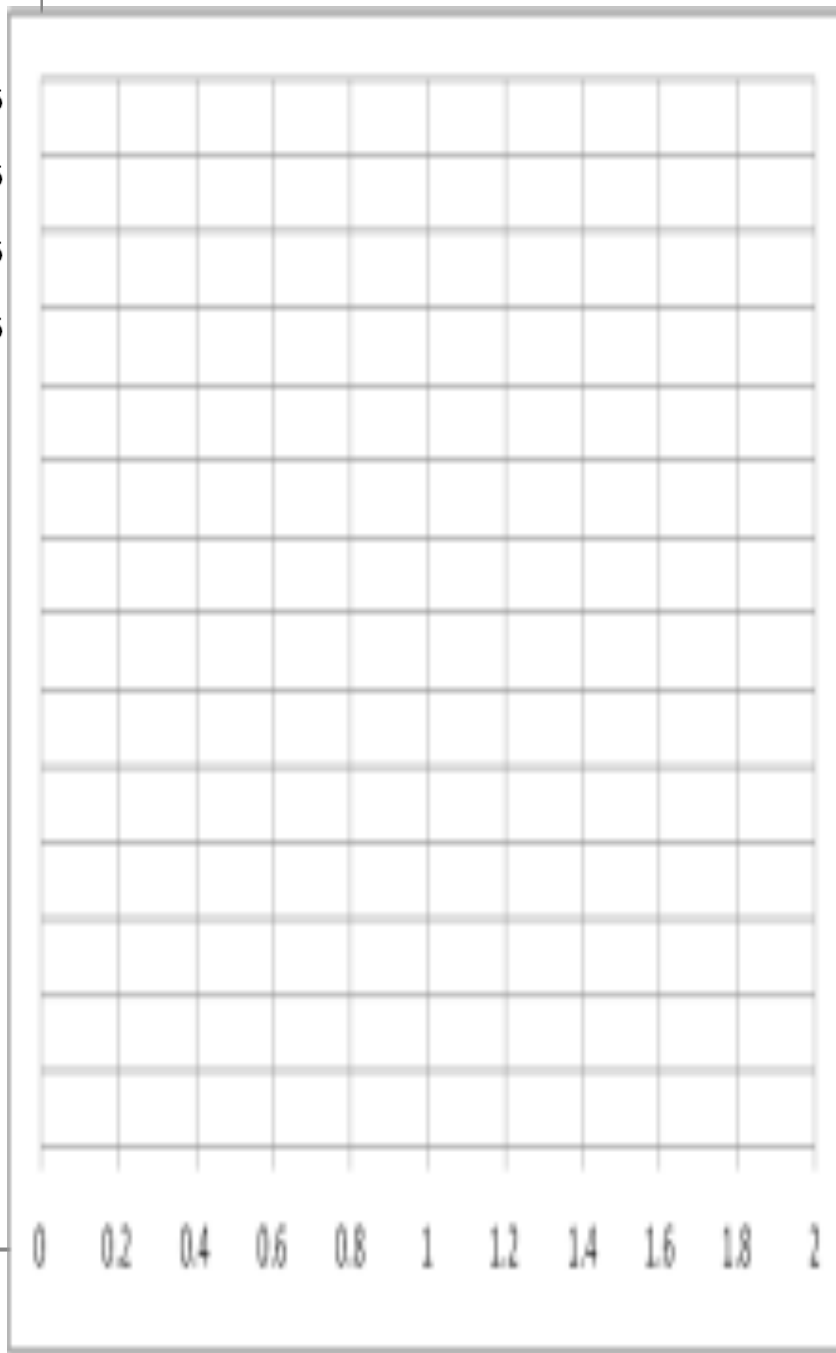
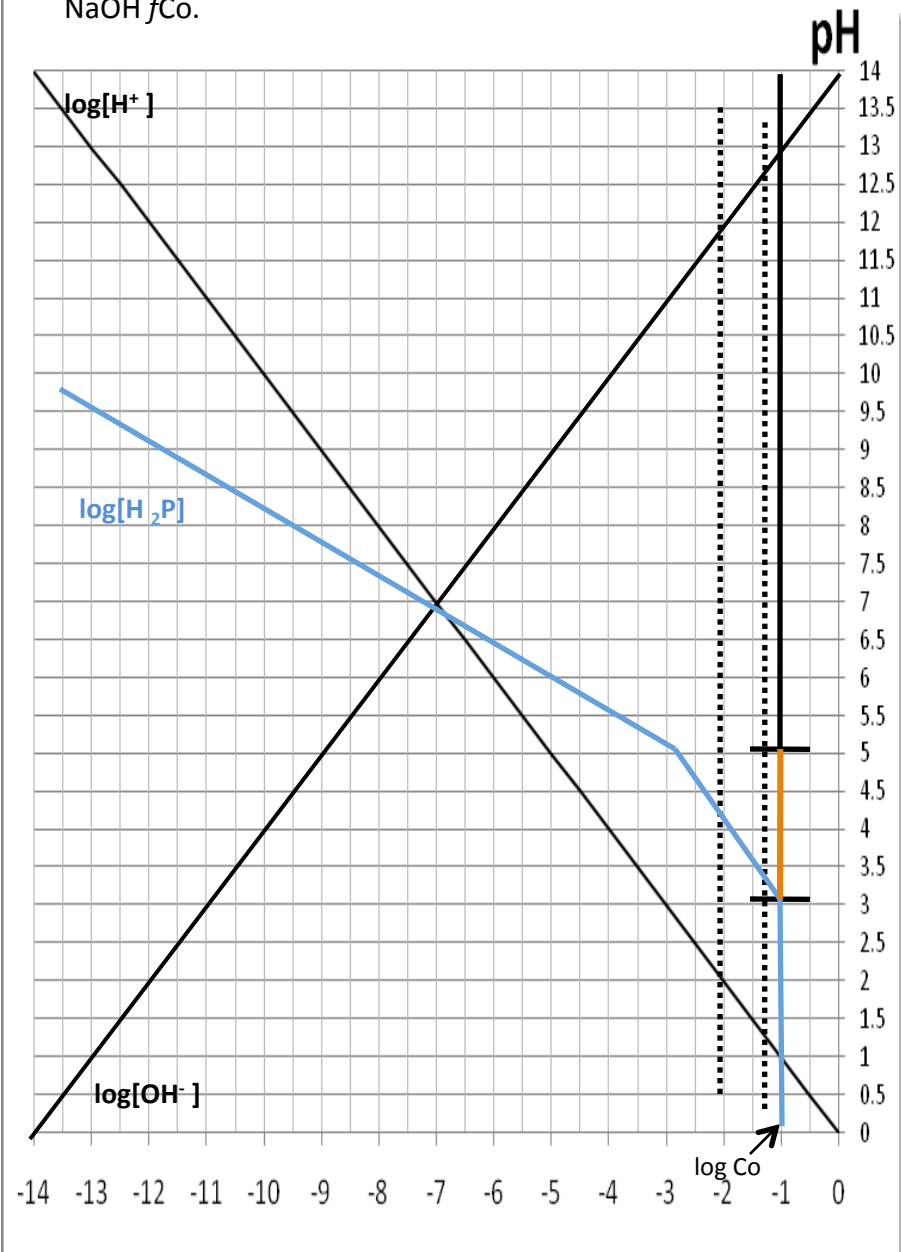
Titulación de HPK $\text{Co} = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH fCo .



Titulación de HPK $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.

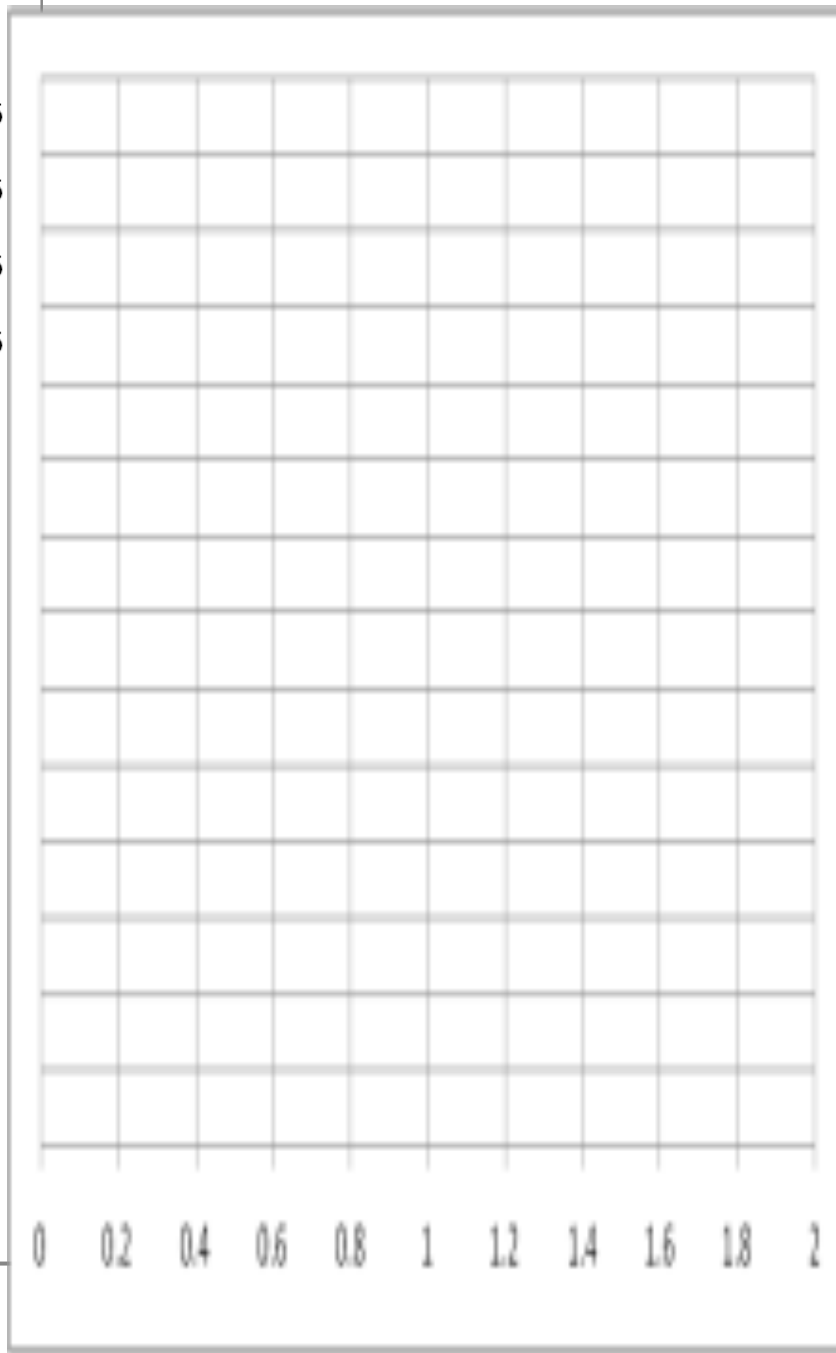
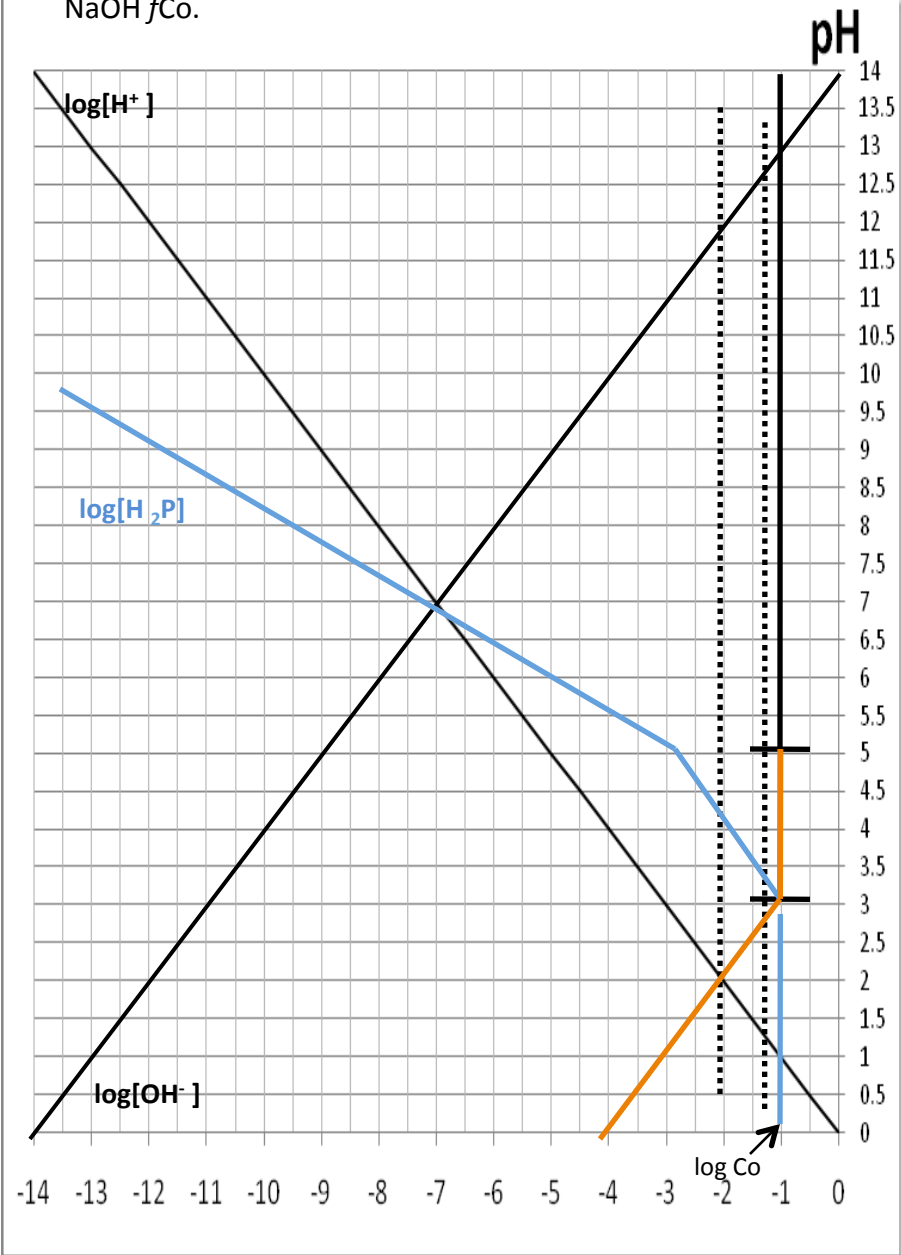


Titulación de HPK $C_o = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.

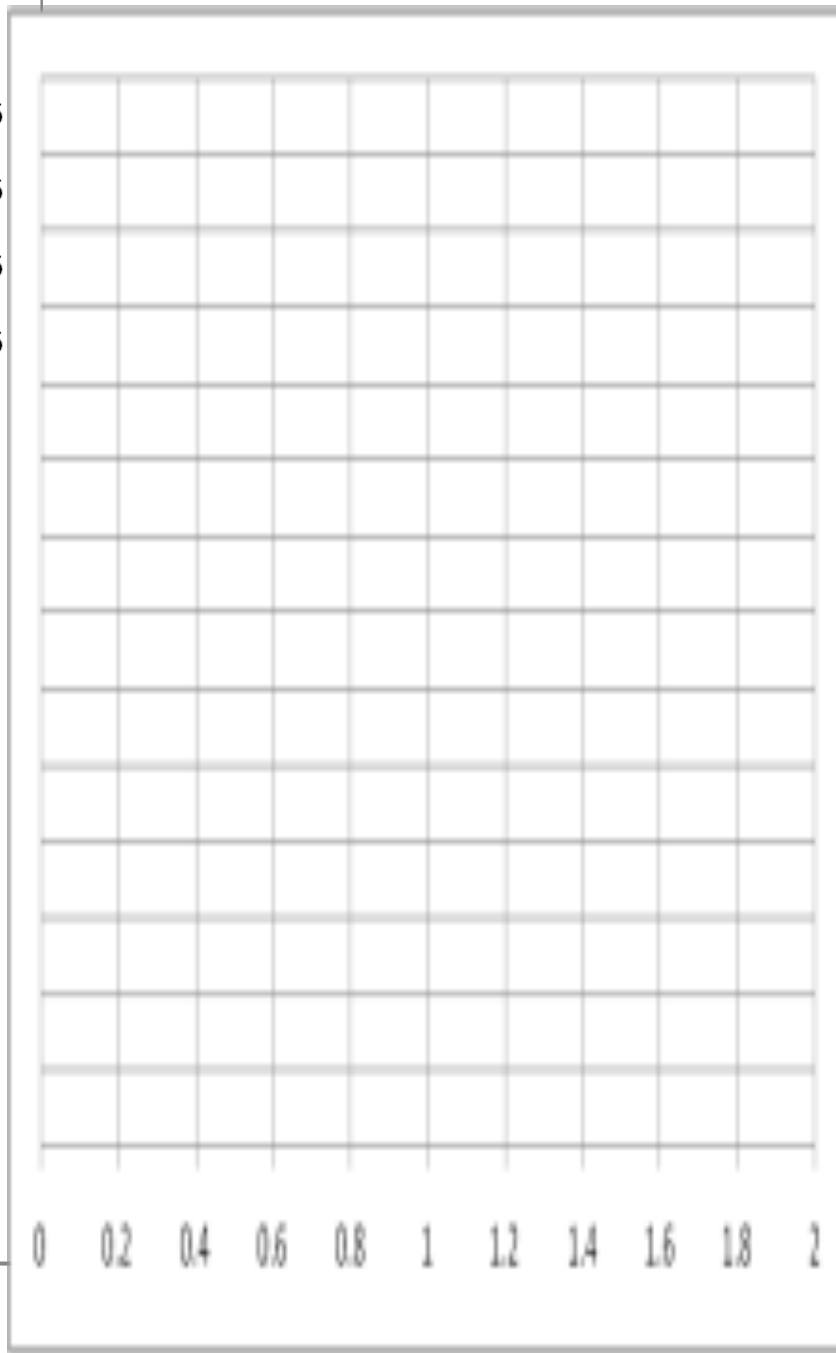
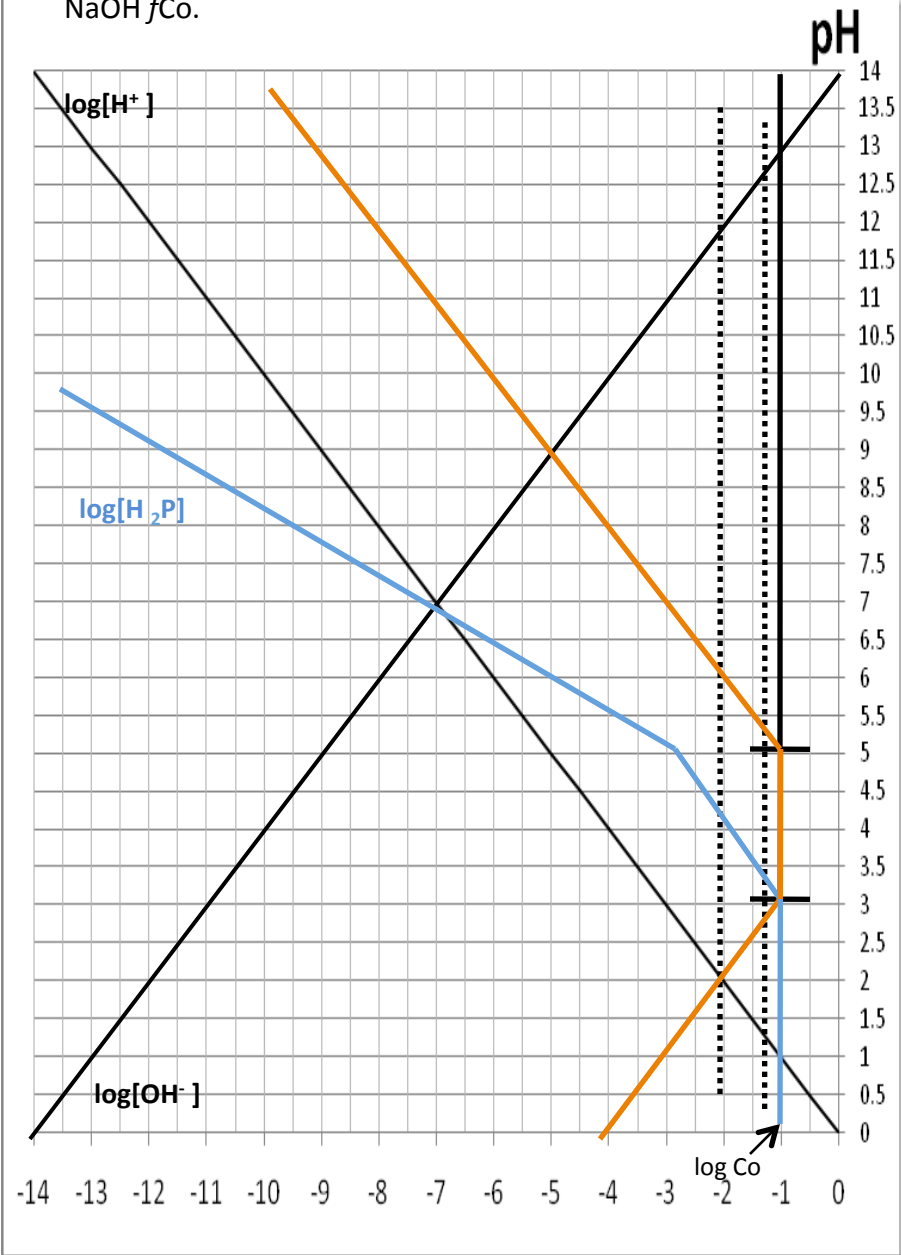


f

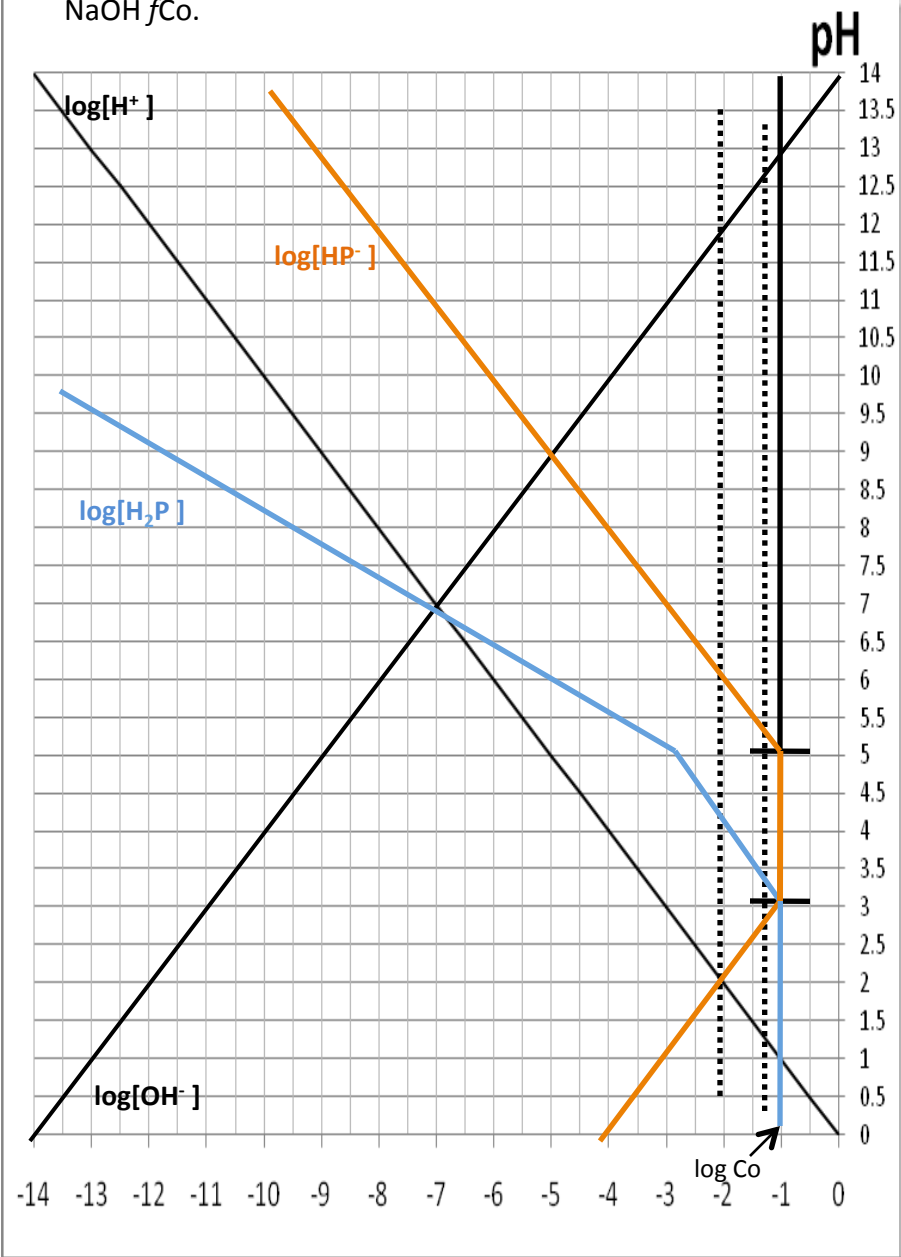
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



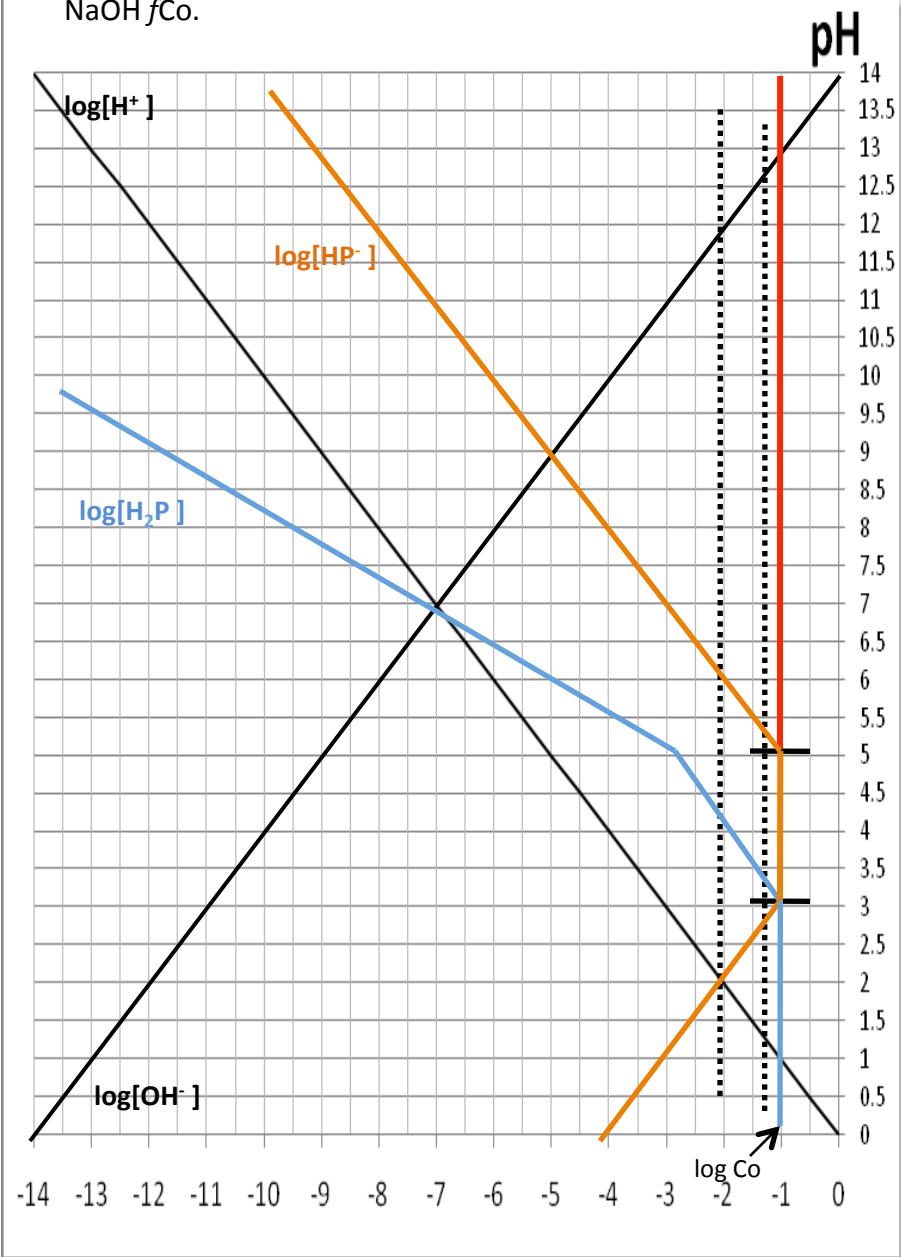
Titulación de HPK $Co = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{Co}$.



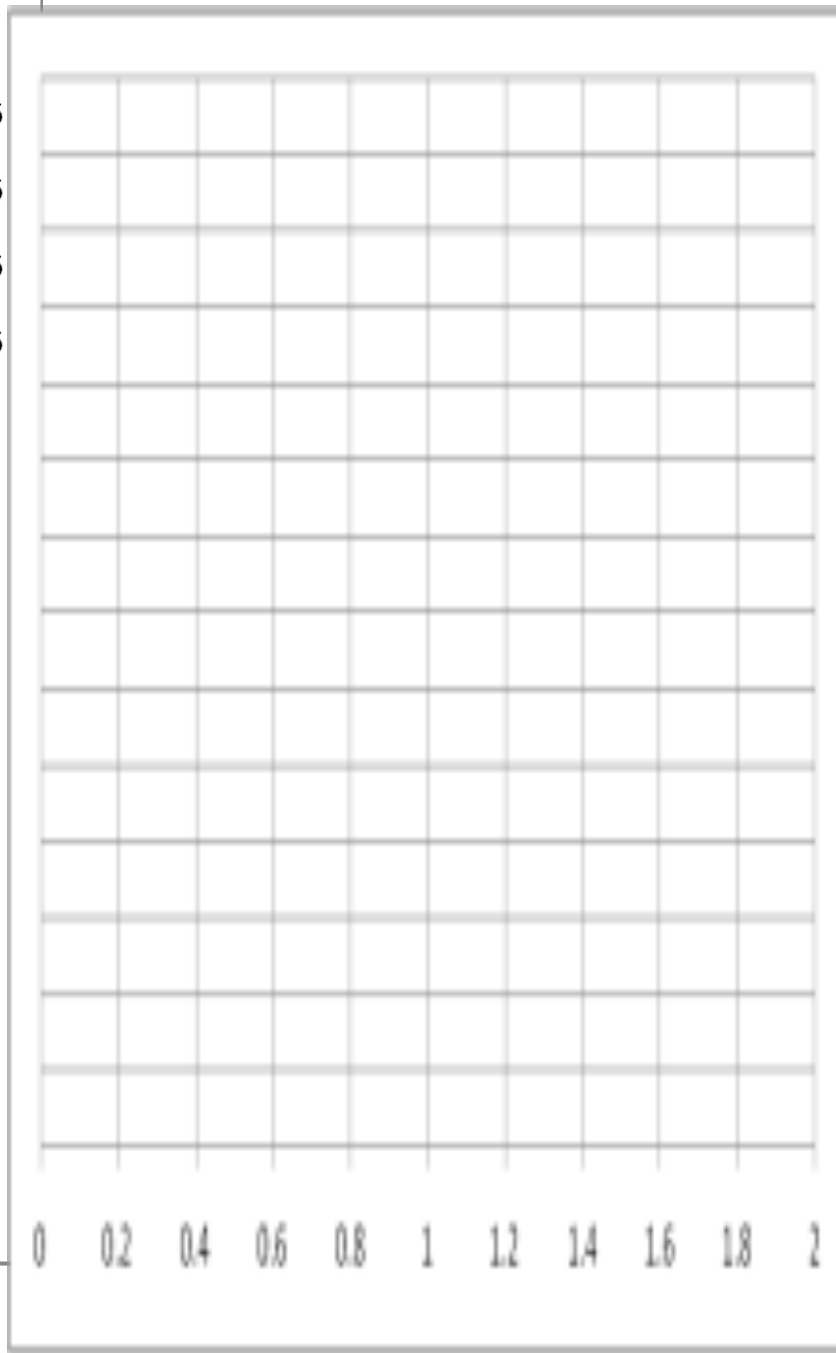
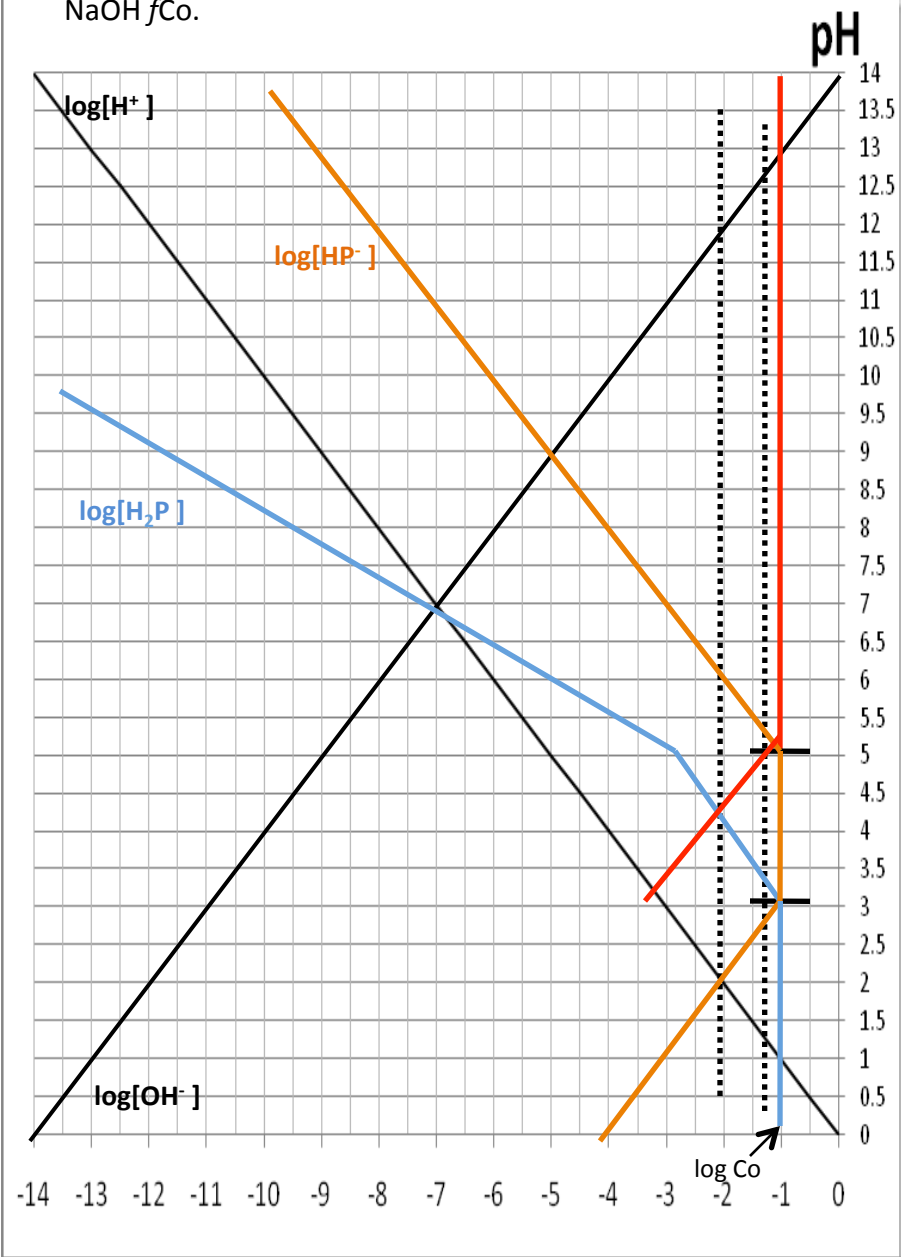
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



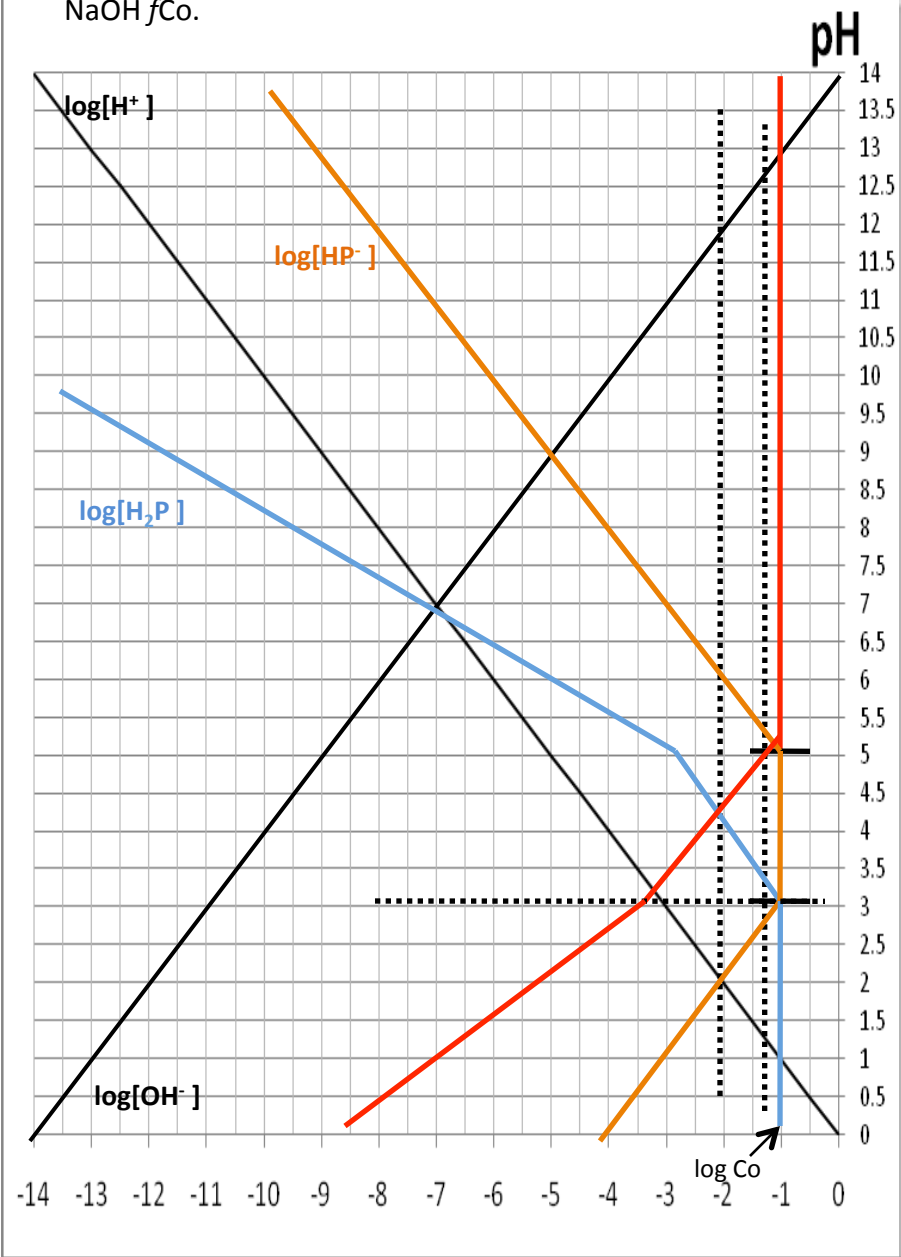
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .

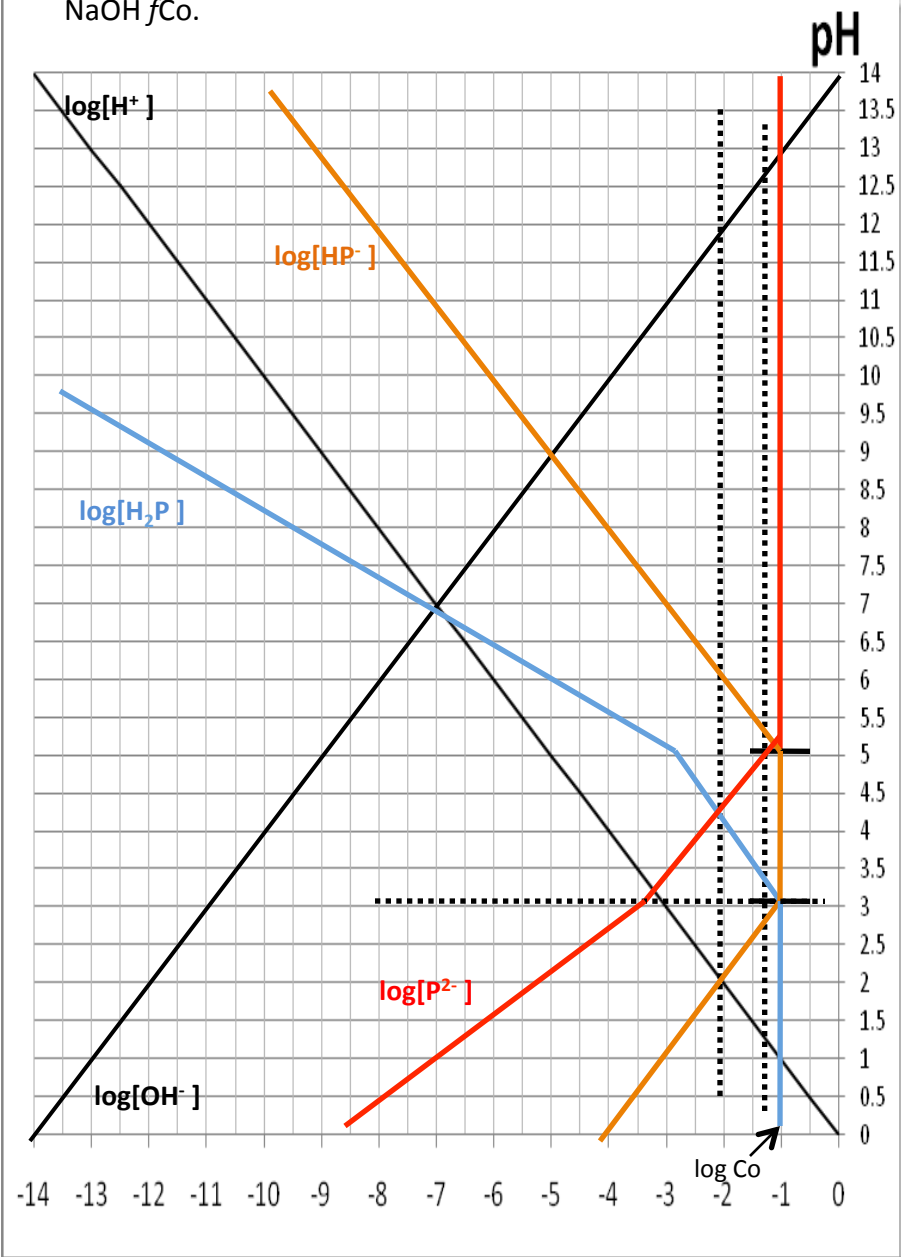


Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



f

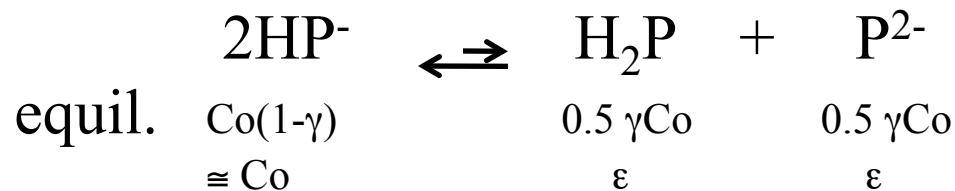
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



f

Para $f = 0$, el pH lo impone el anfolito en solución, HP^- .

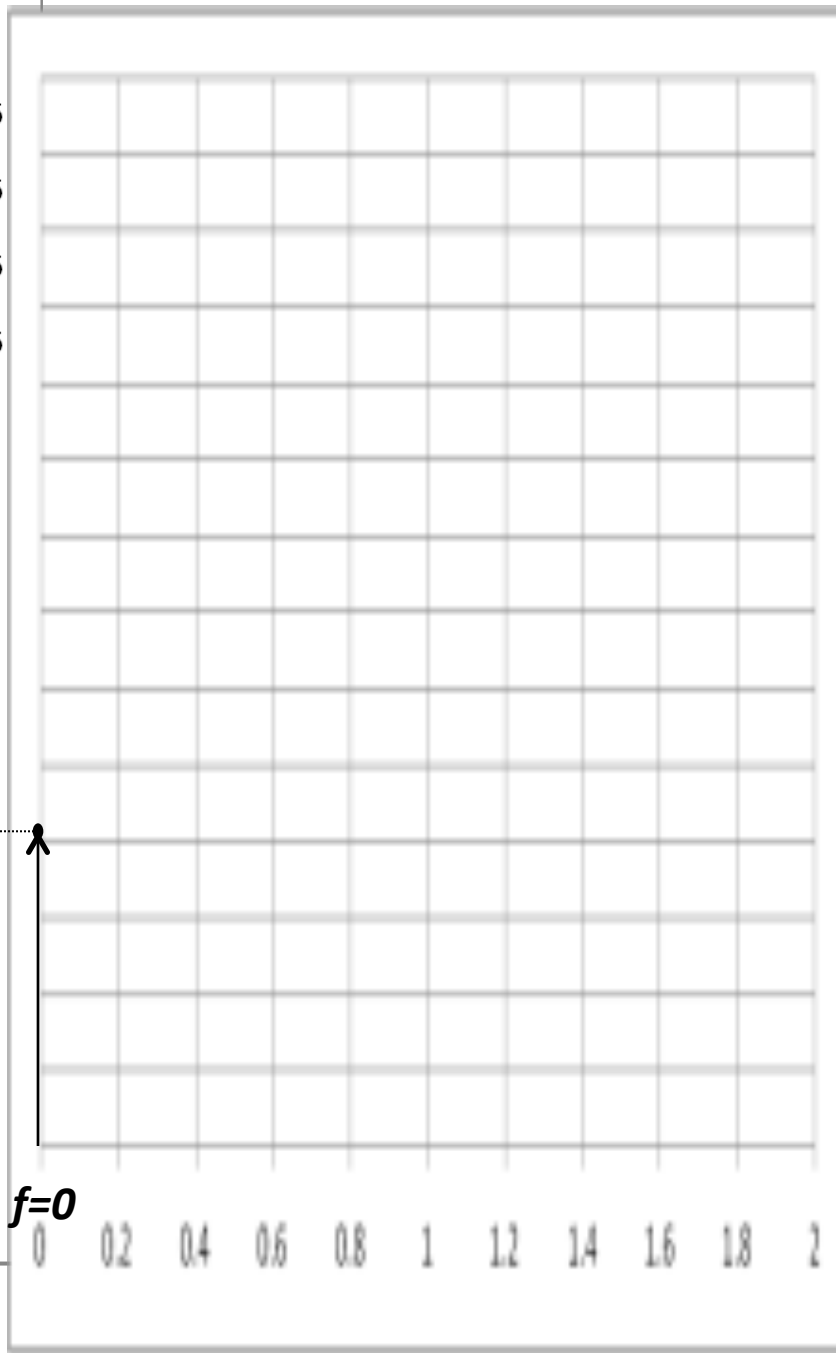
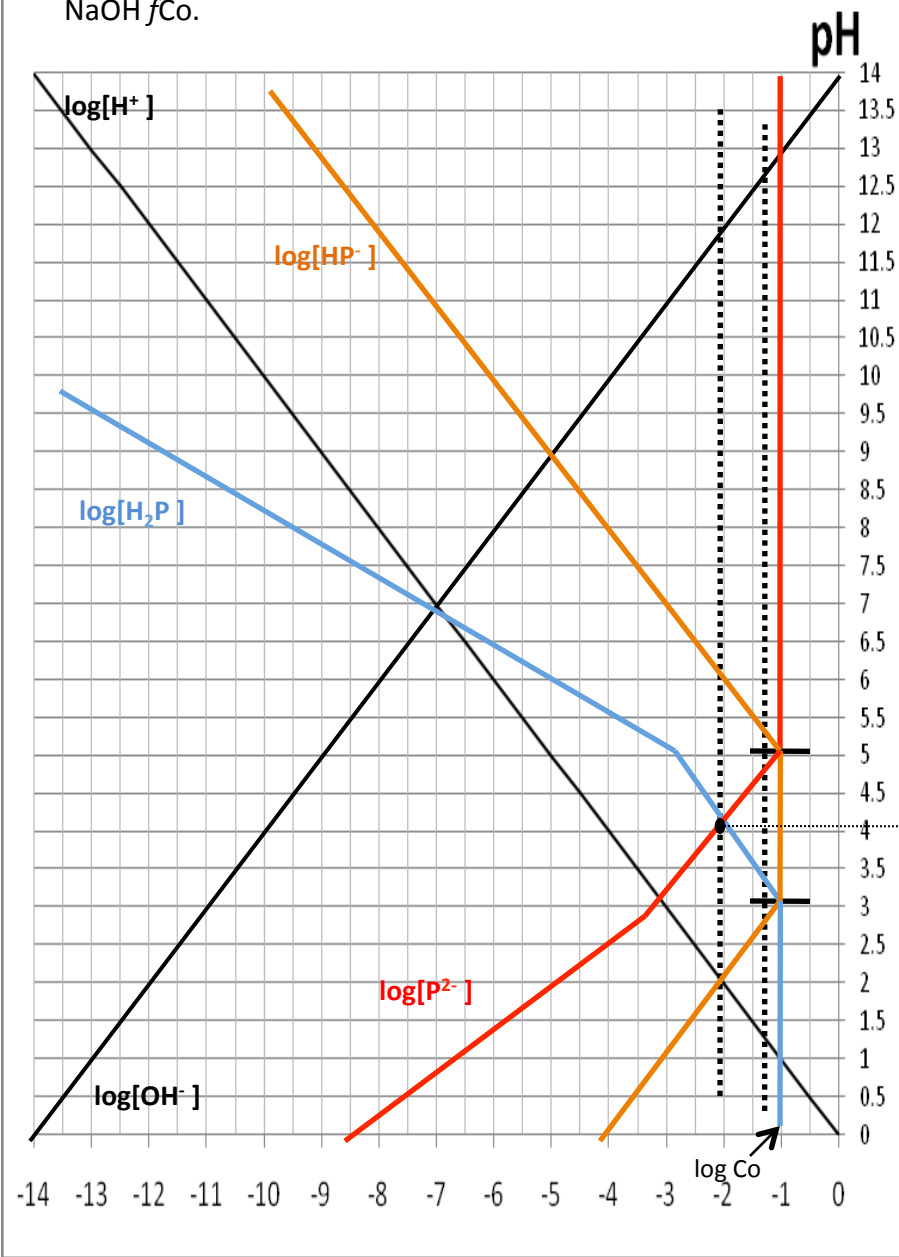
Se establece un equilibrio de dismutación poco cuantitativa:



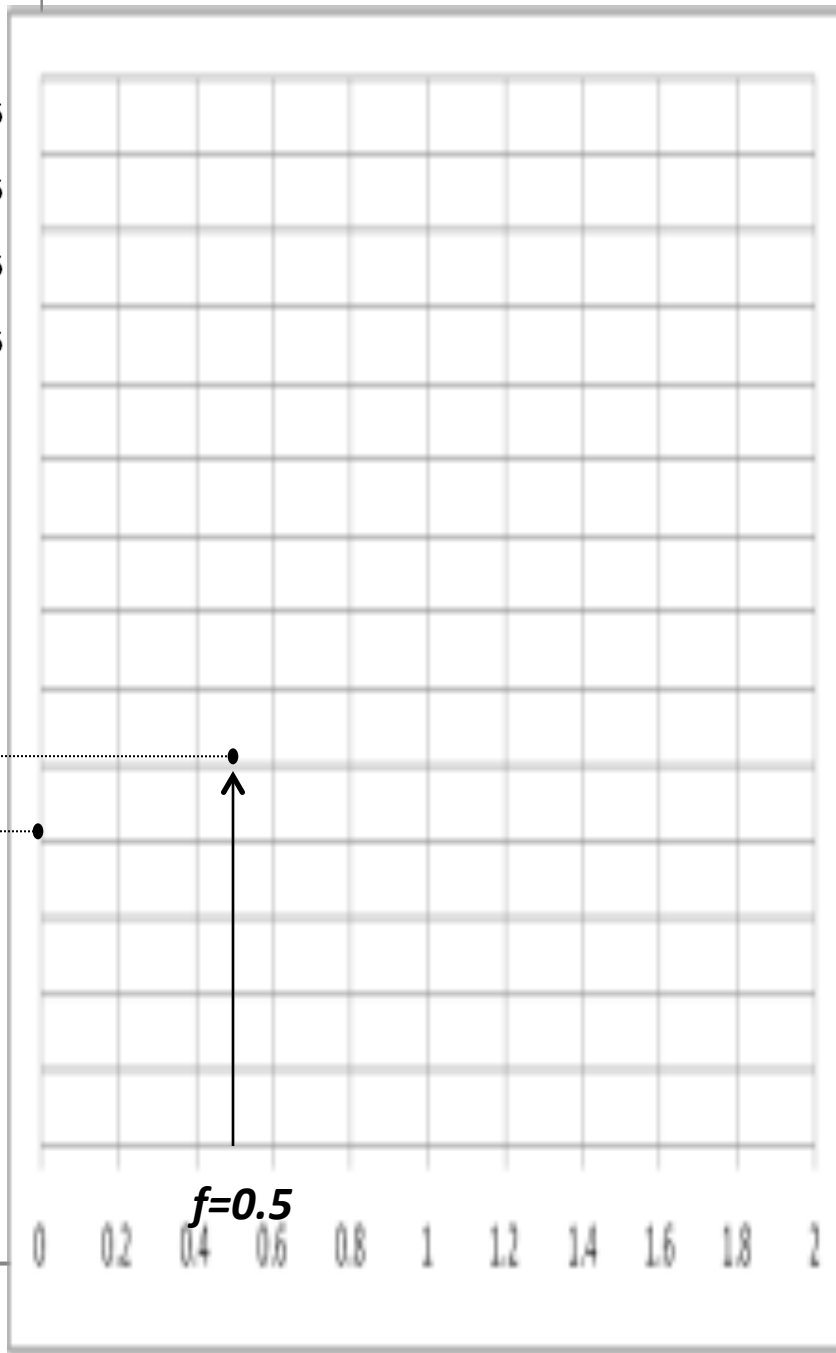
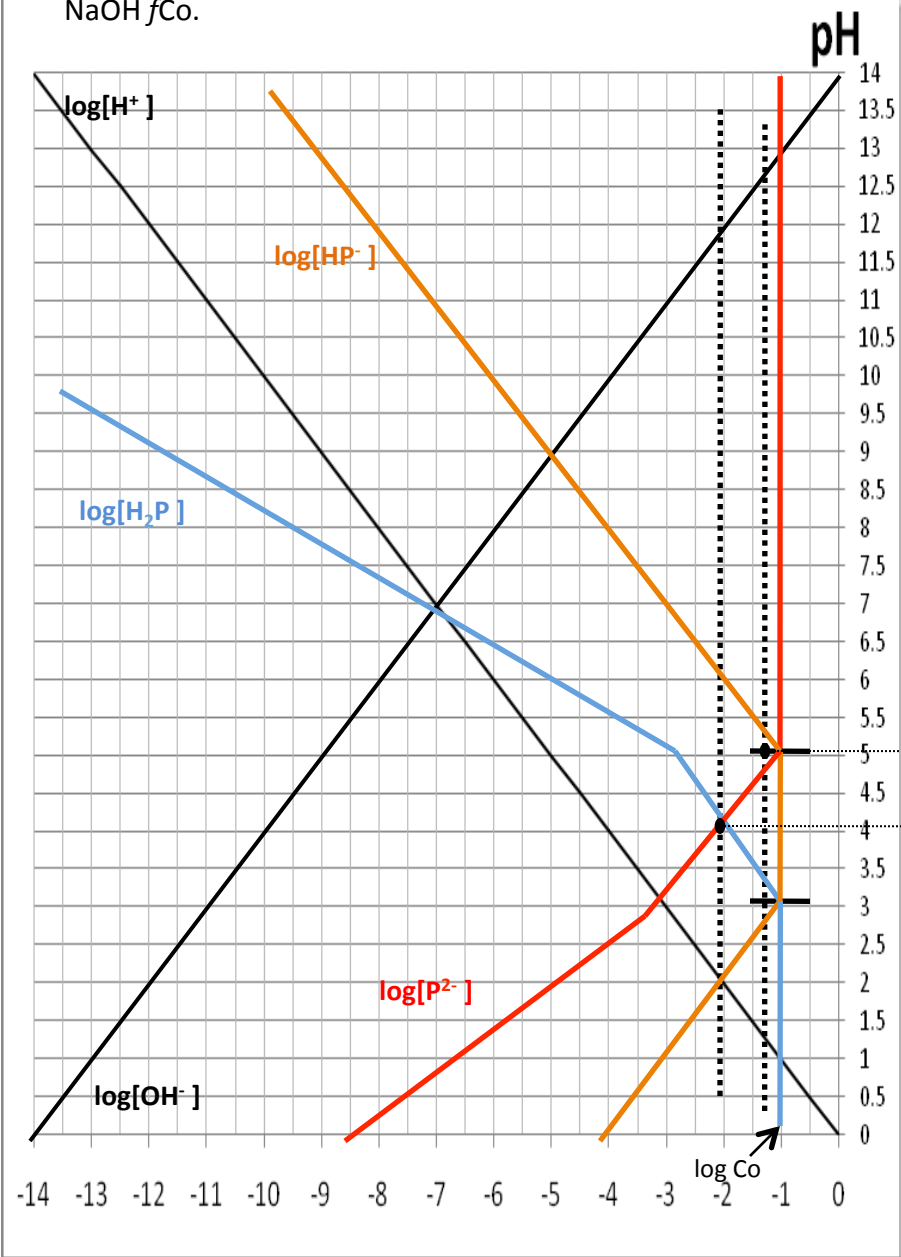
Por tanto el pH esta determinado por la intersección de las rectas

$$\log [\text{H}_2\text{P}] = \log [\text{P}^{2-}]$$

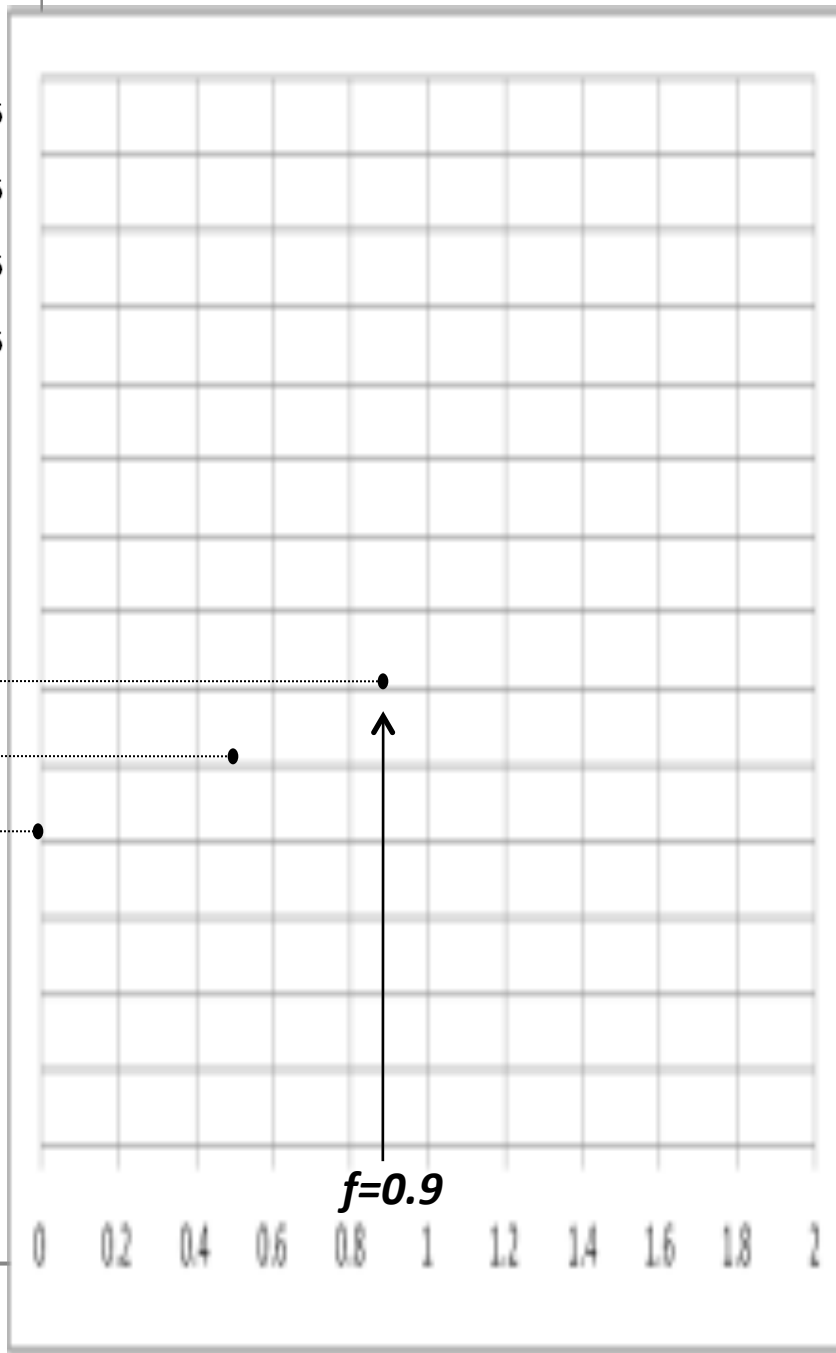
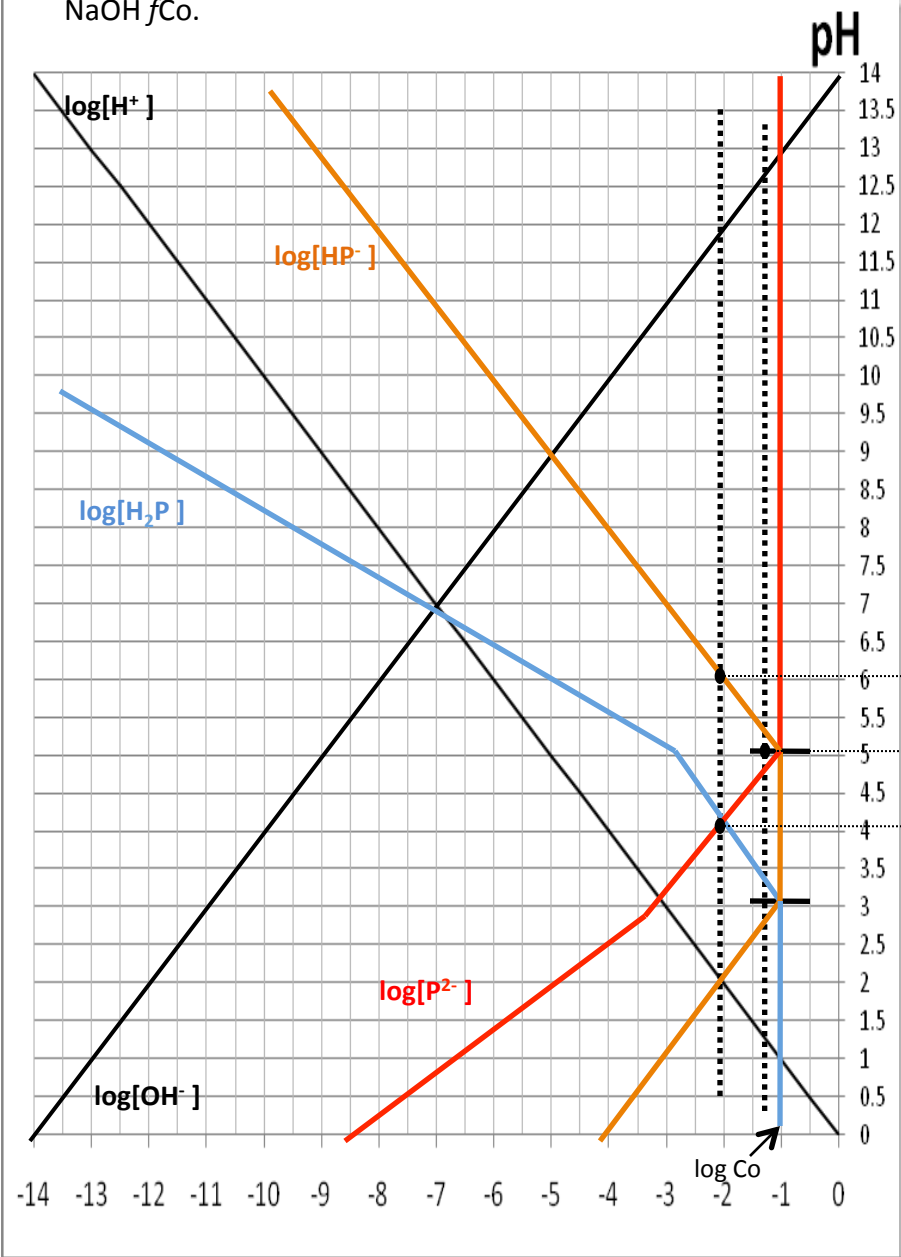
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



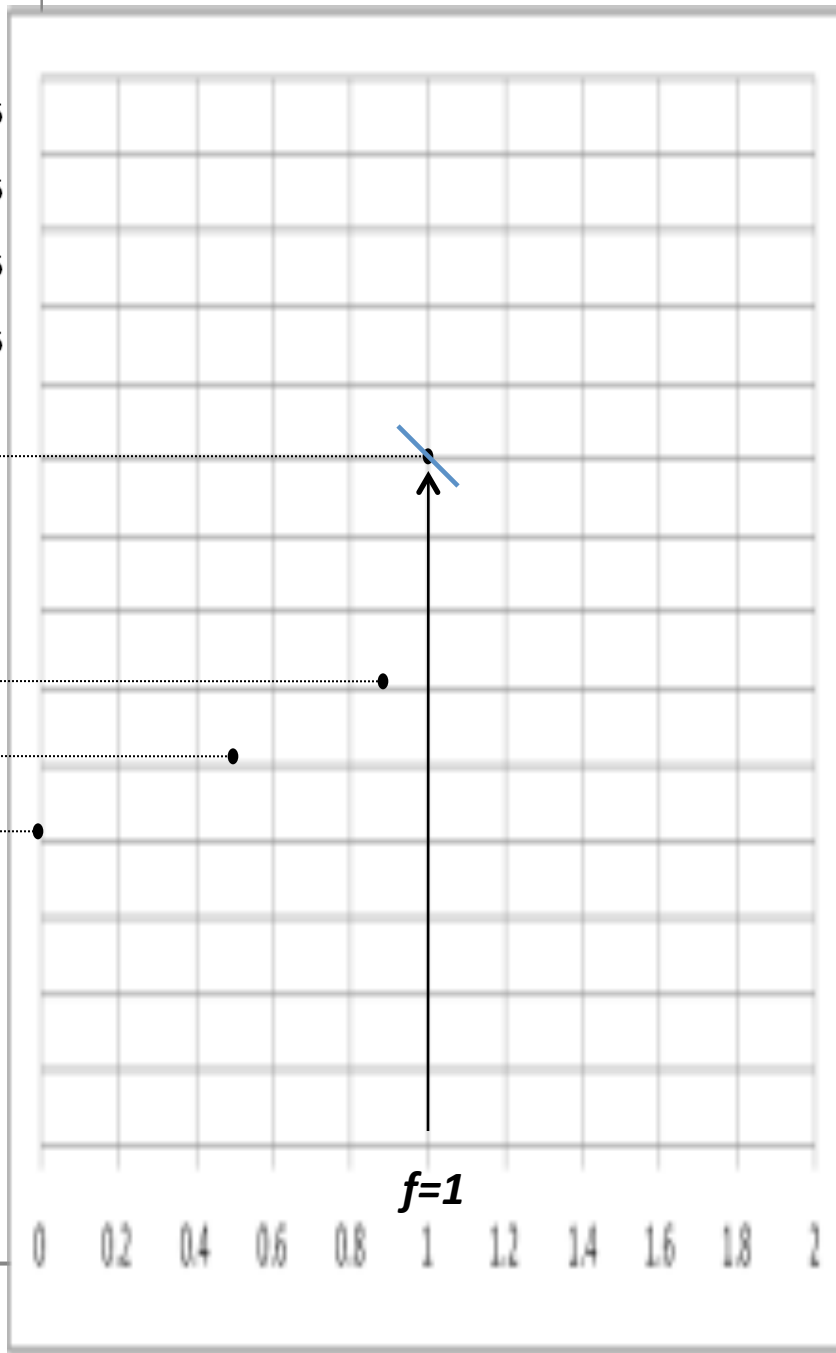
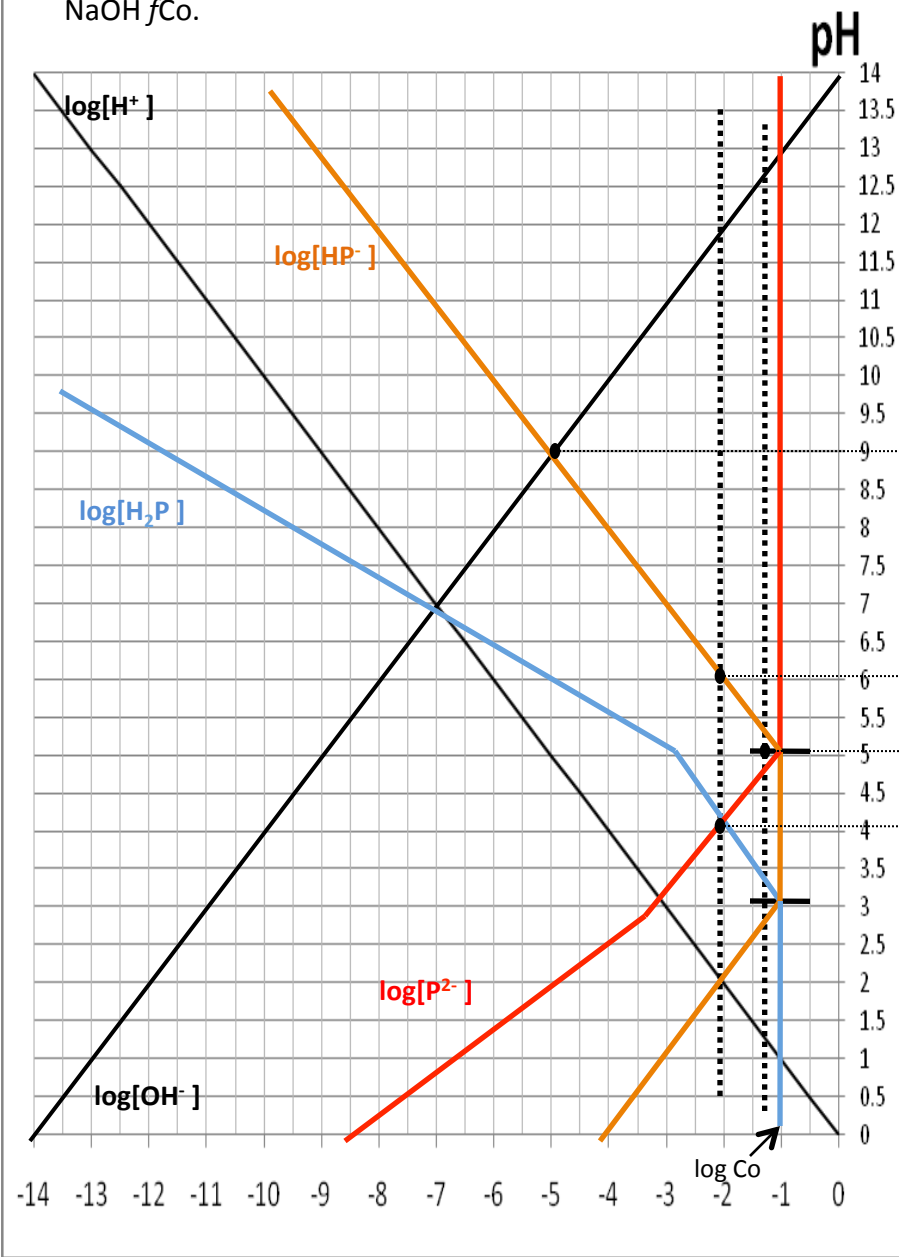
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



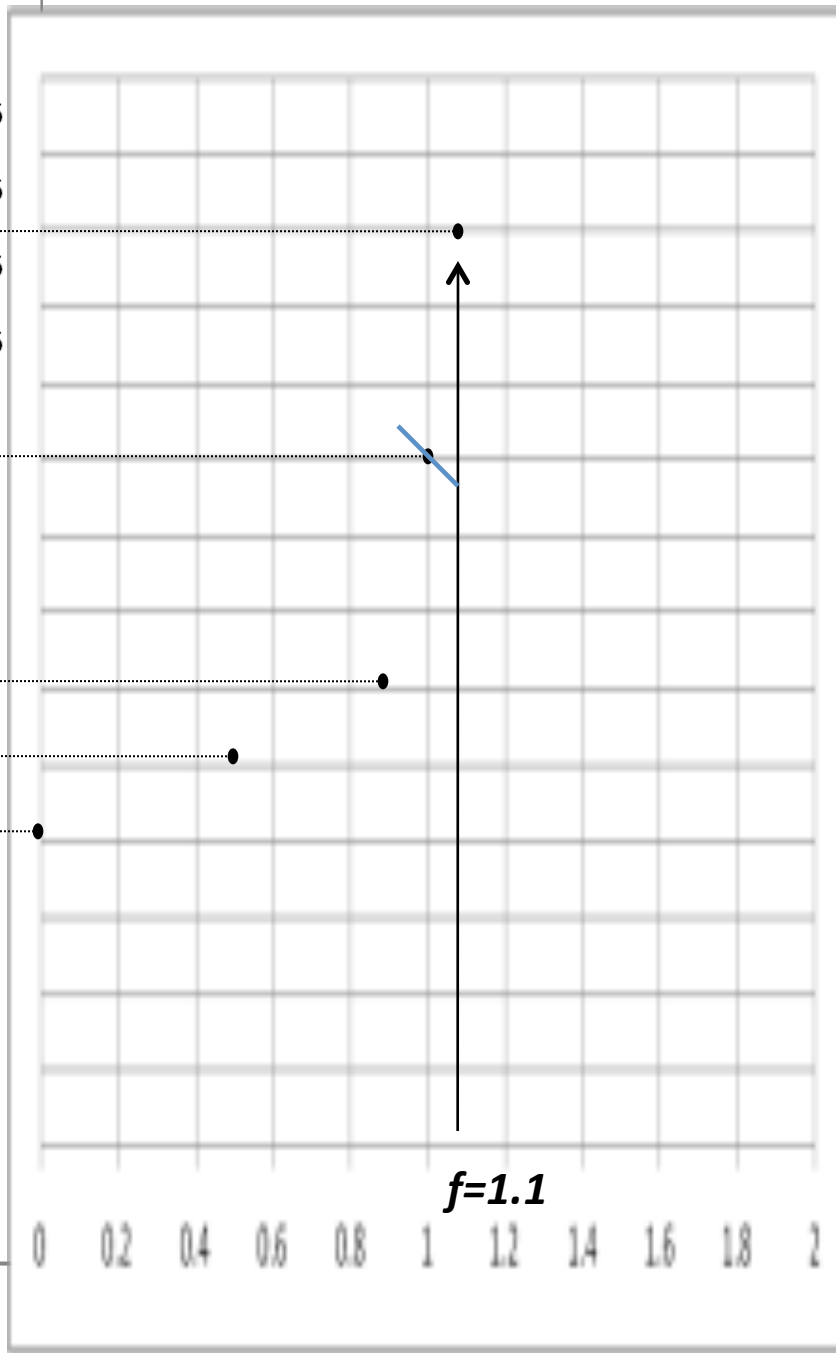
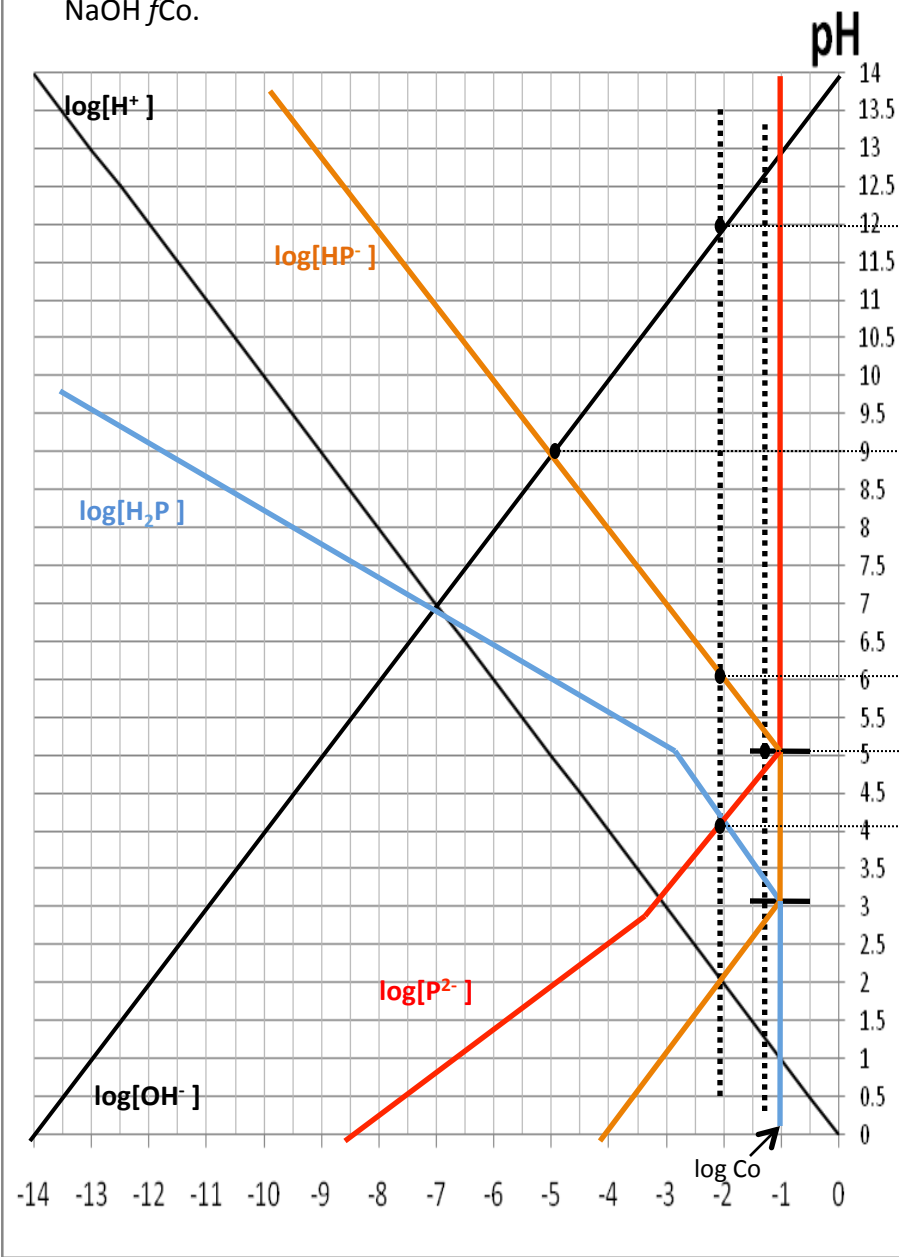
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



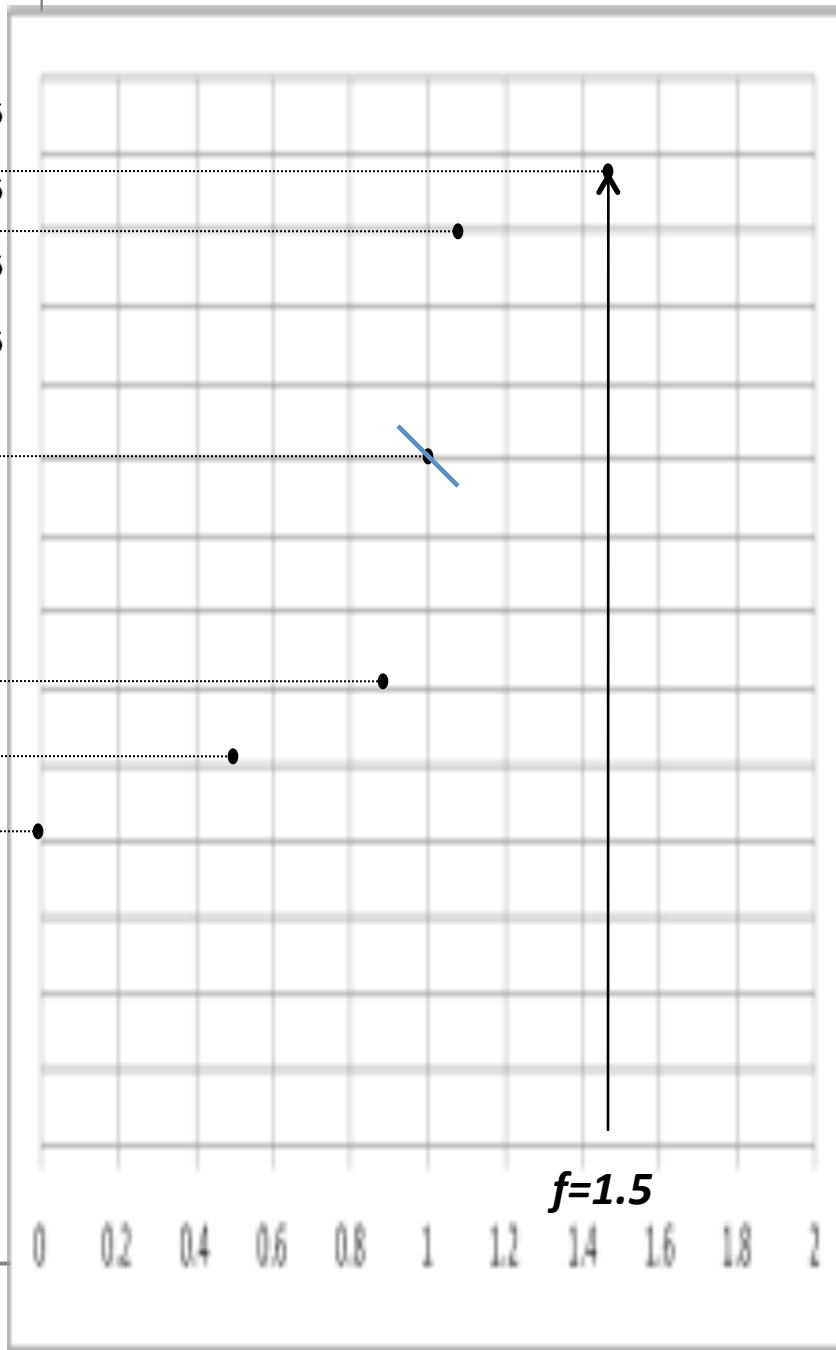
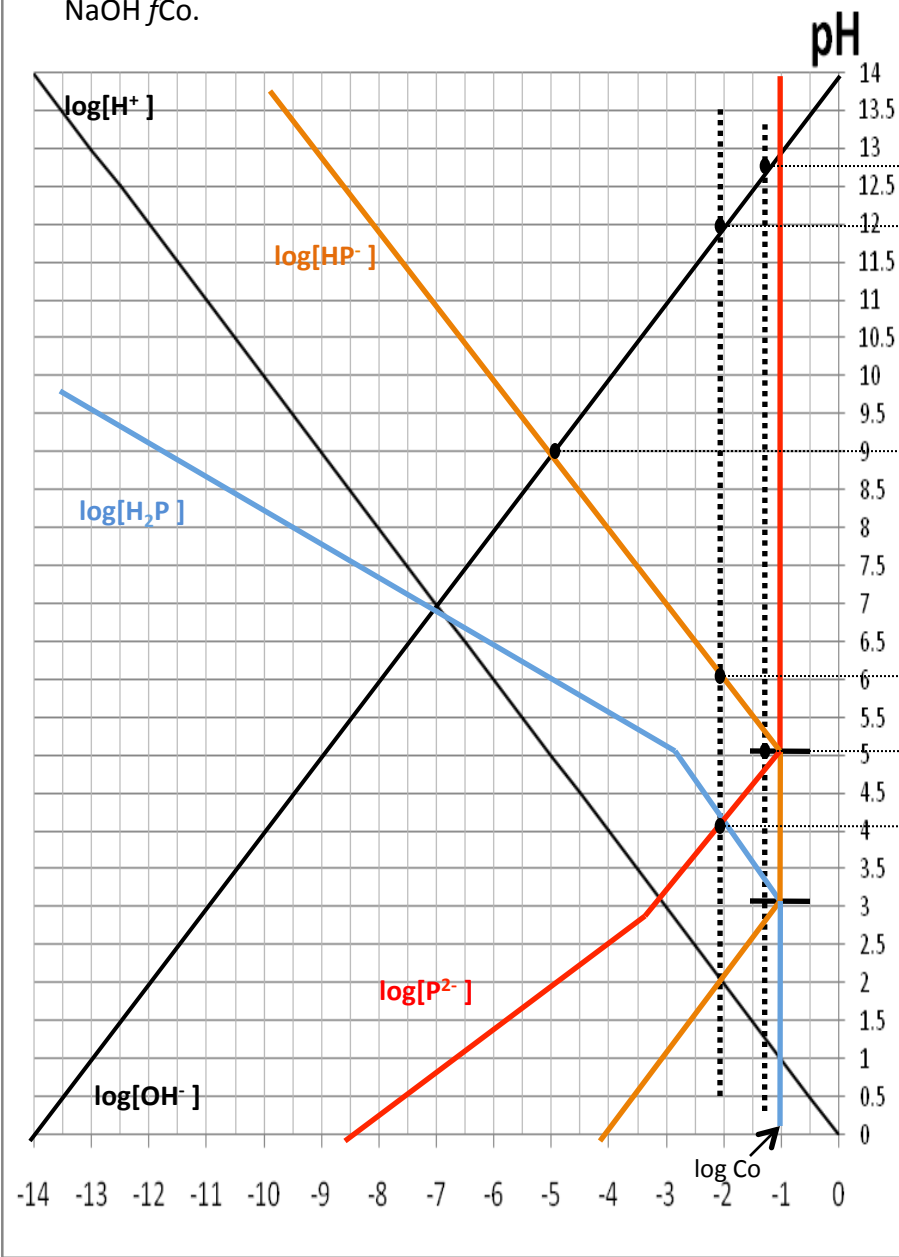
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



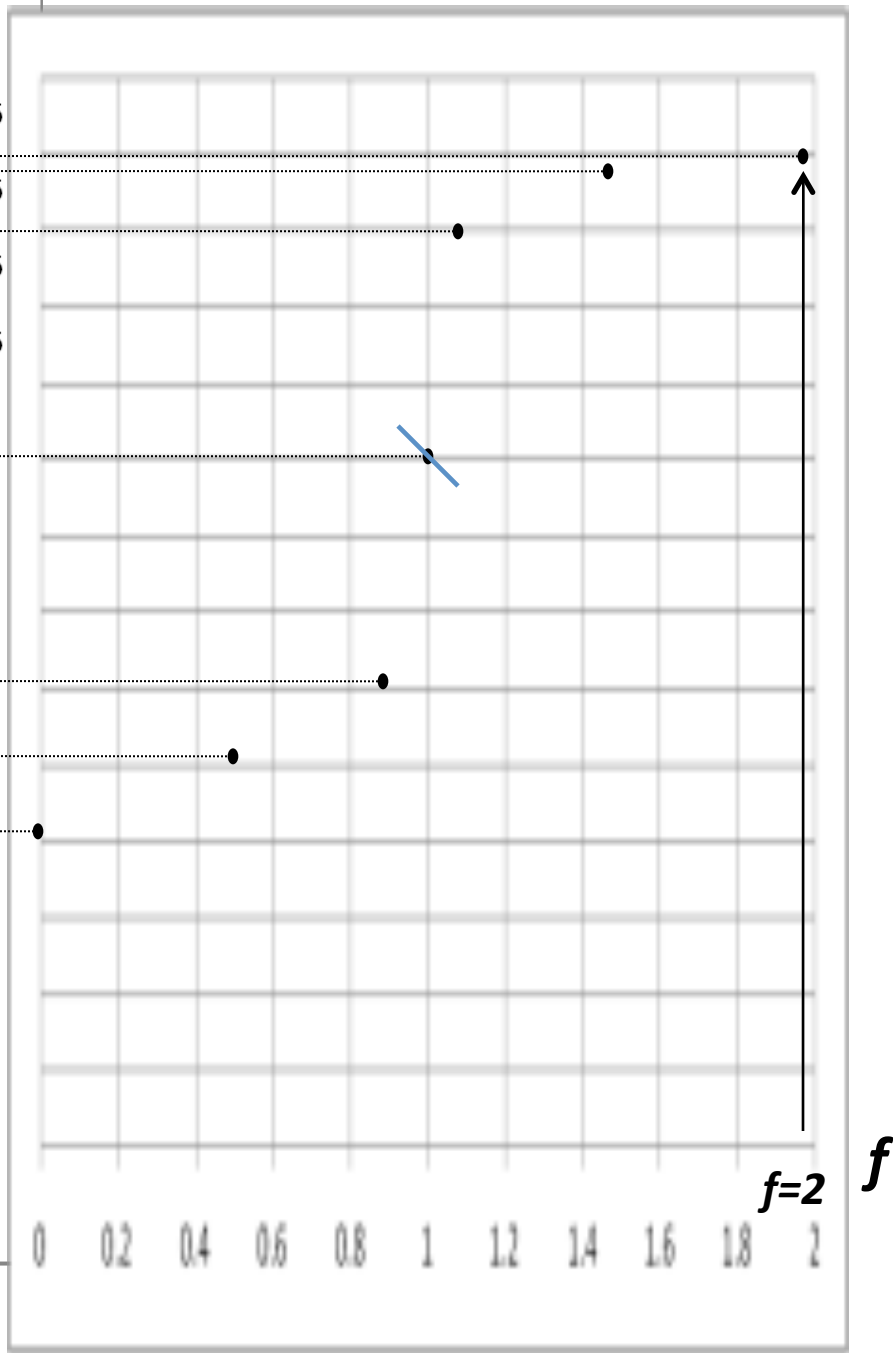
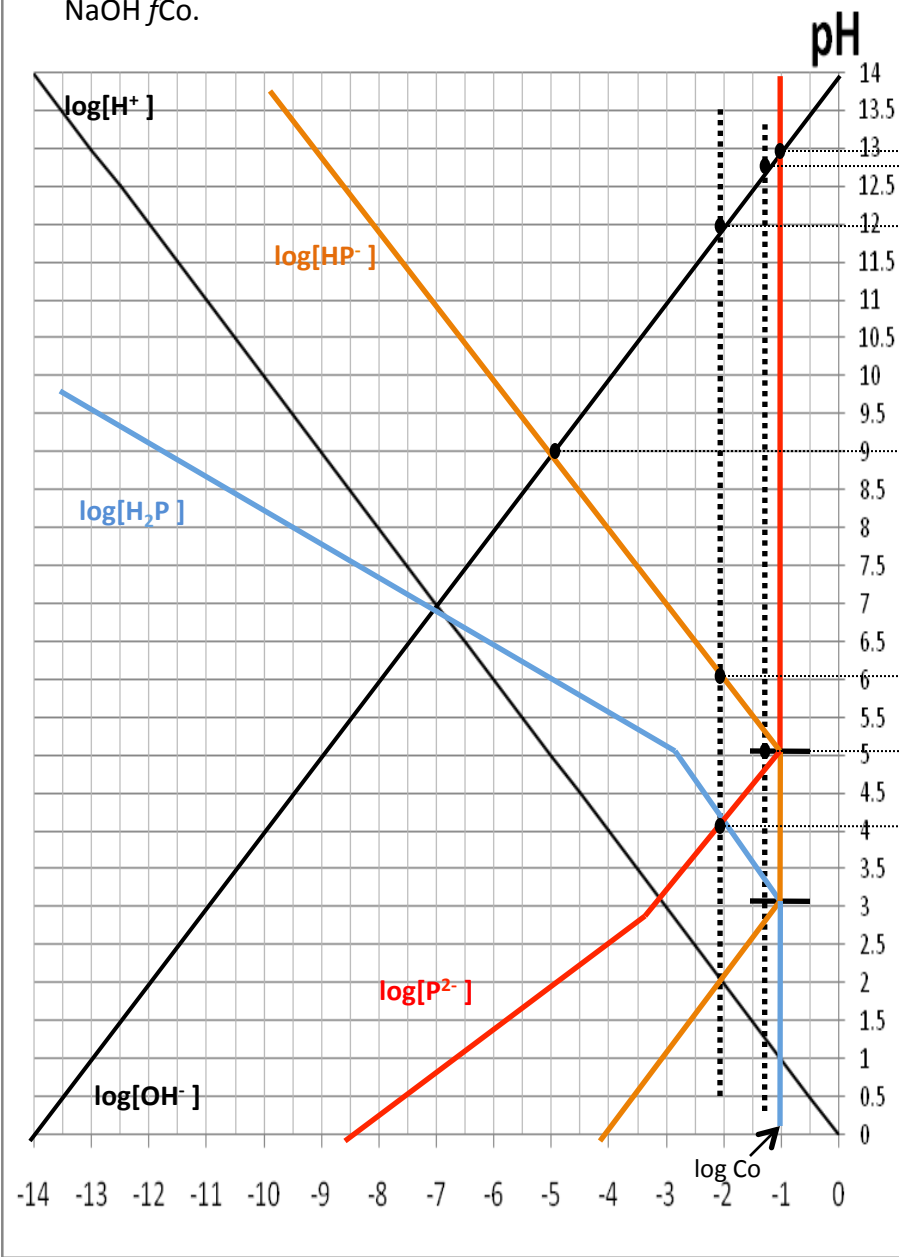
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



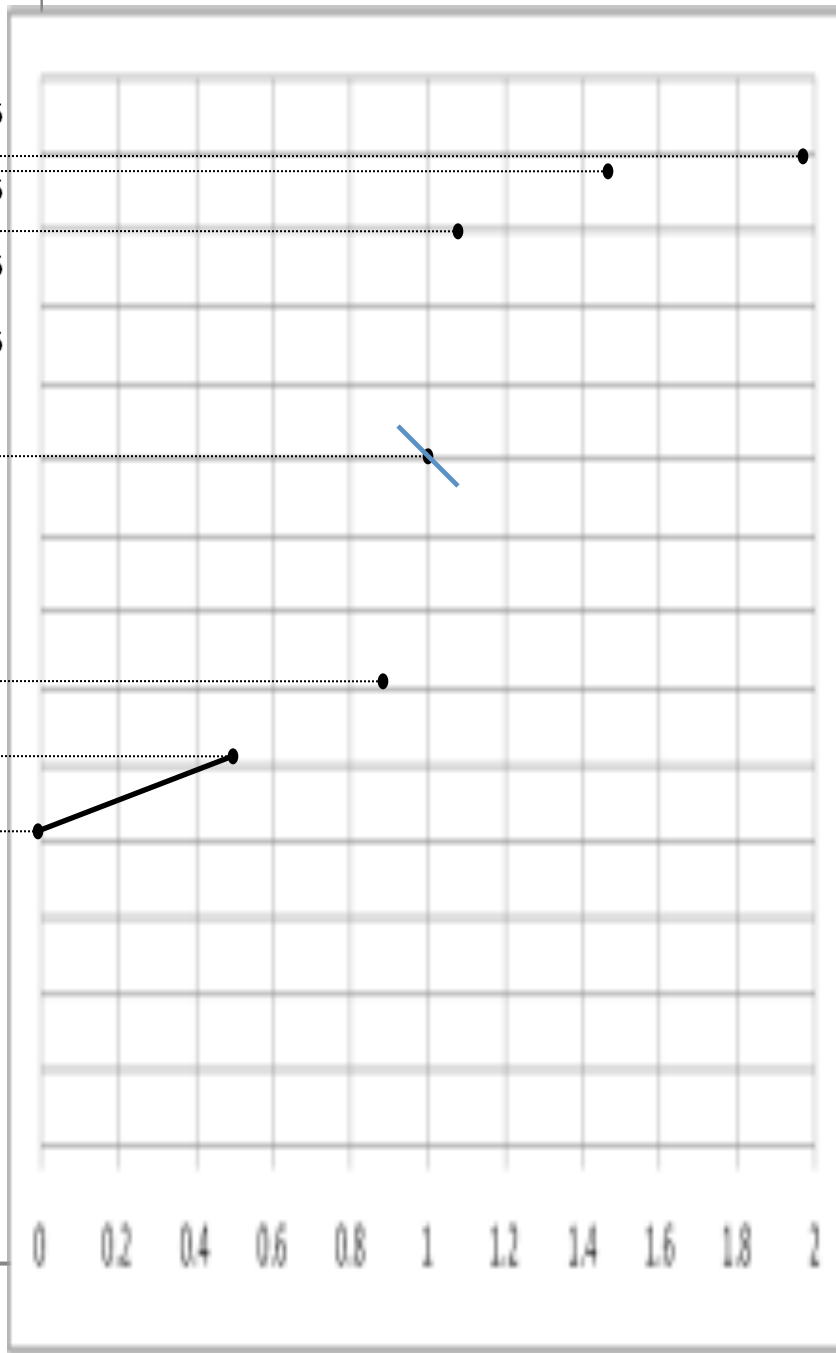
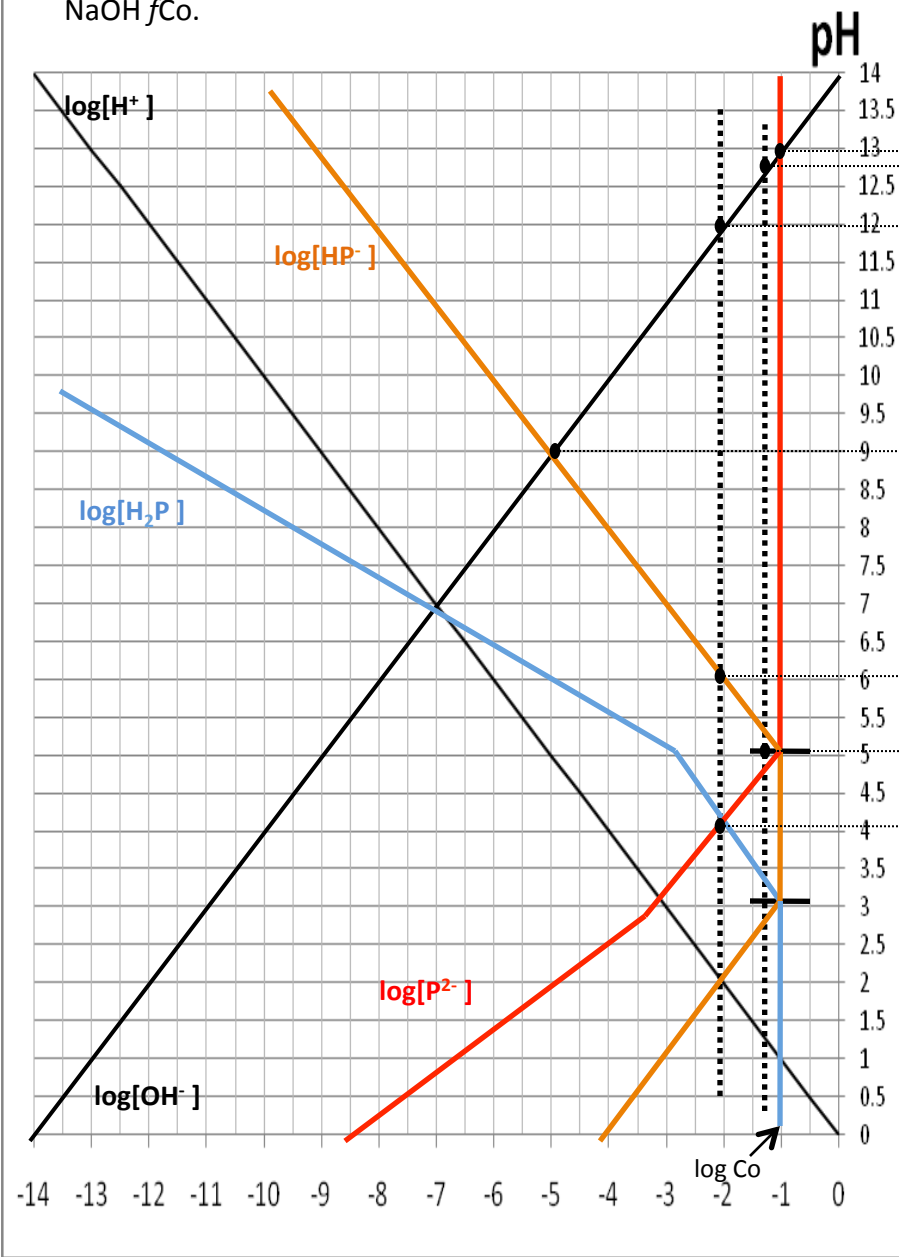
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



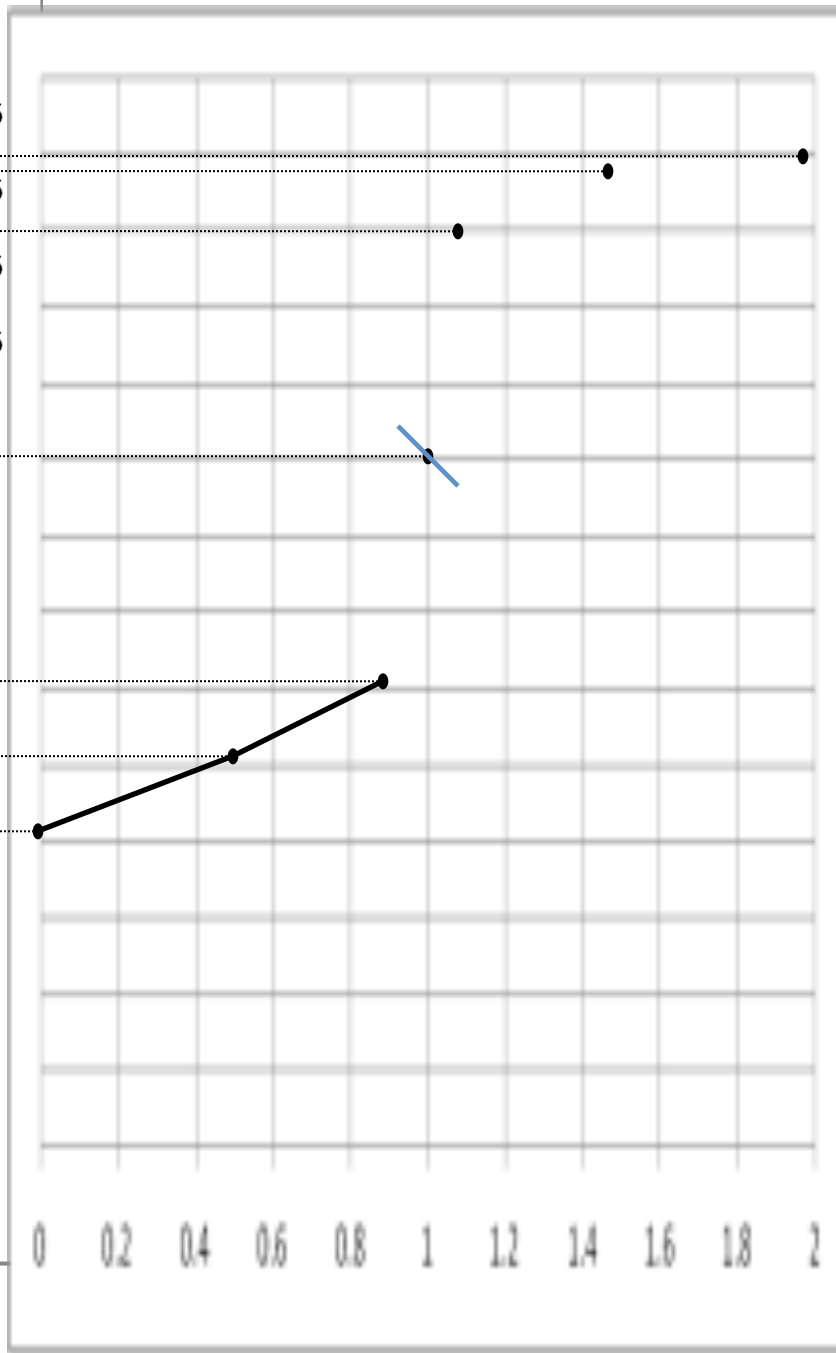
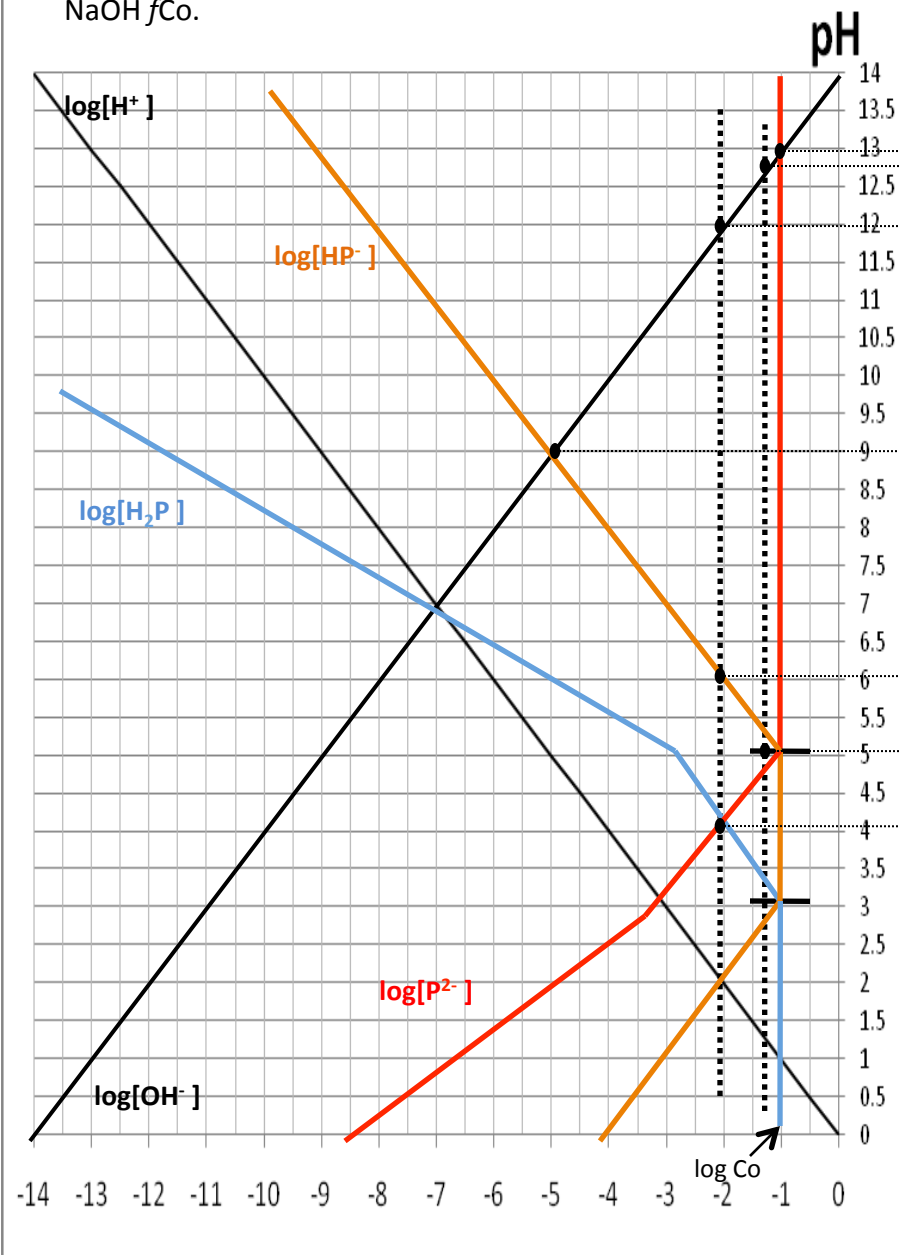
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



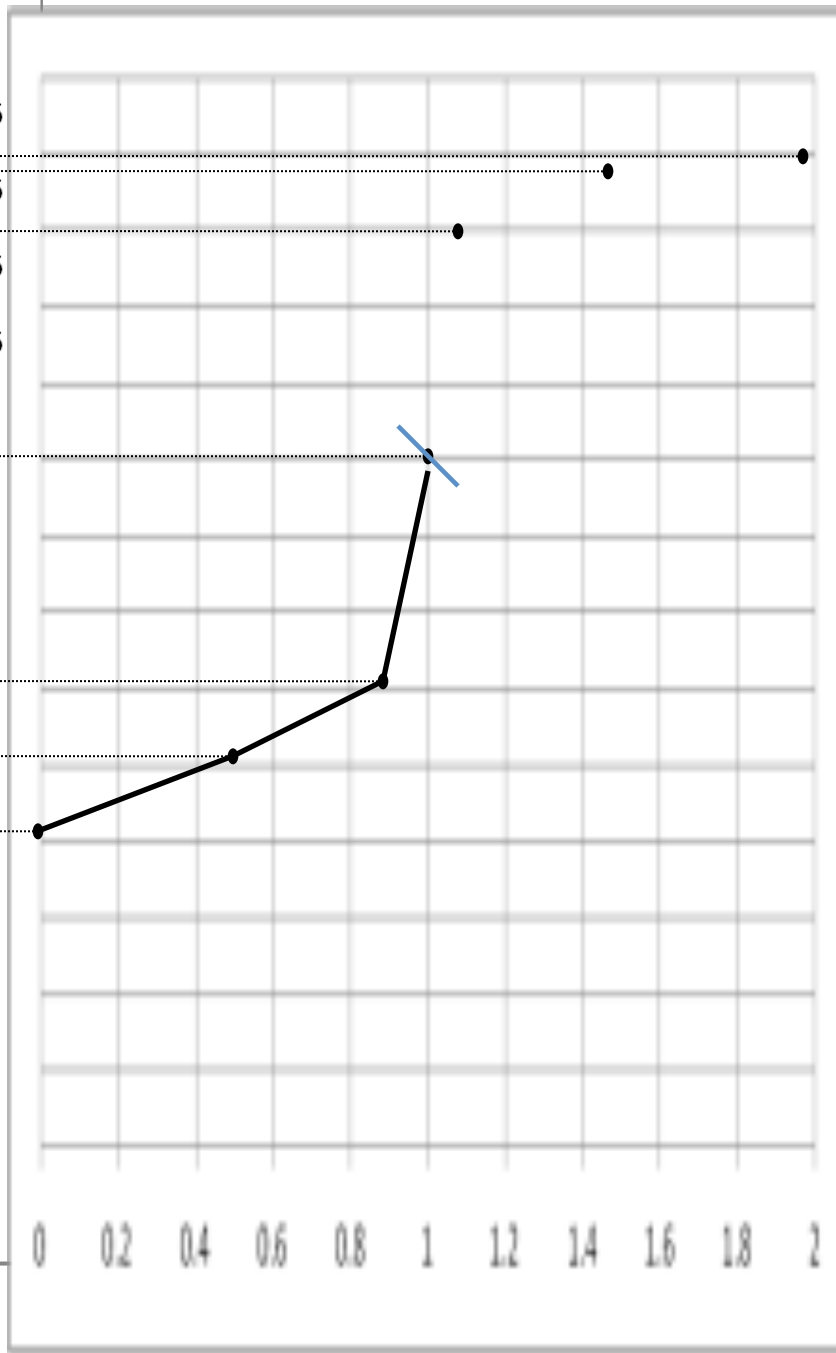
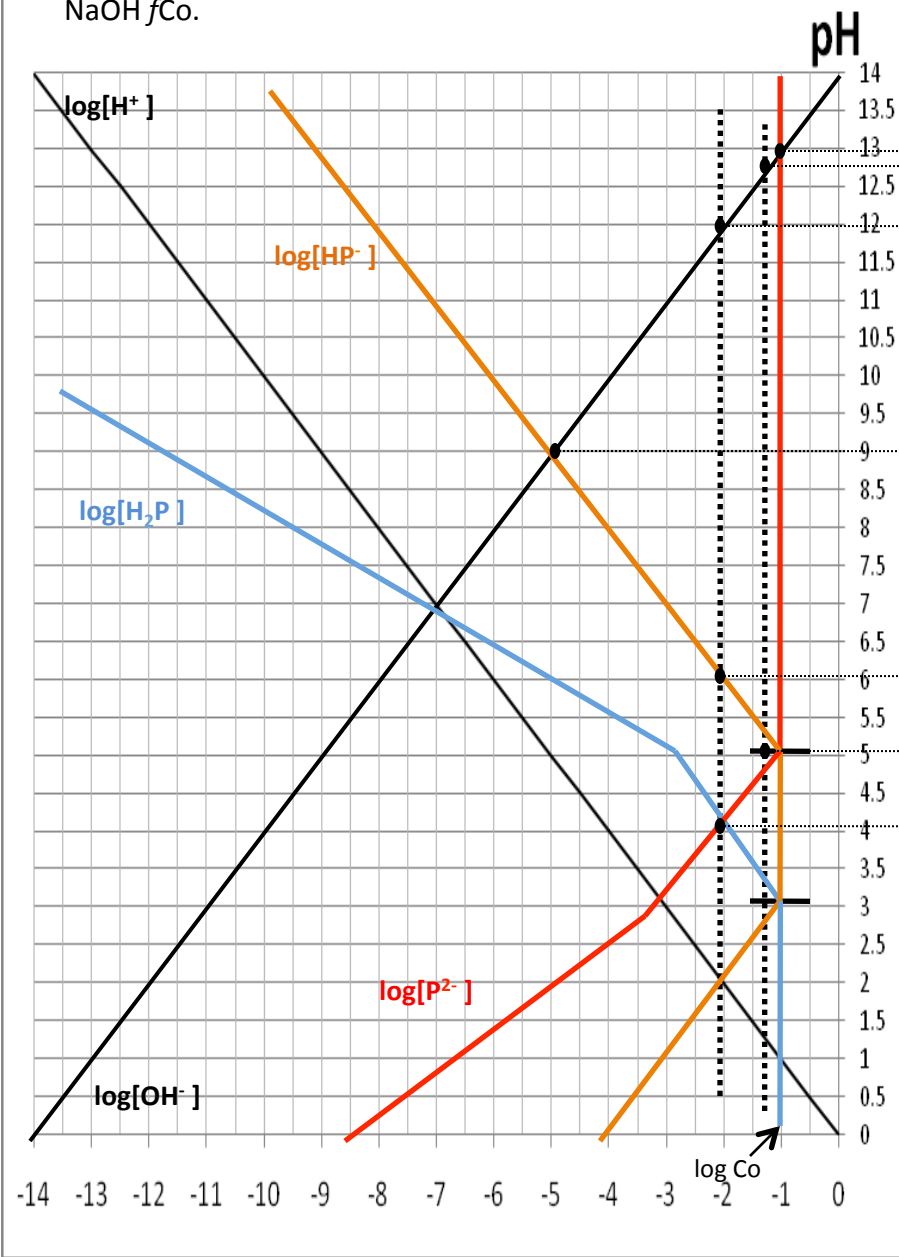
Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.

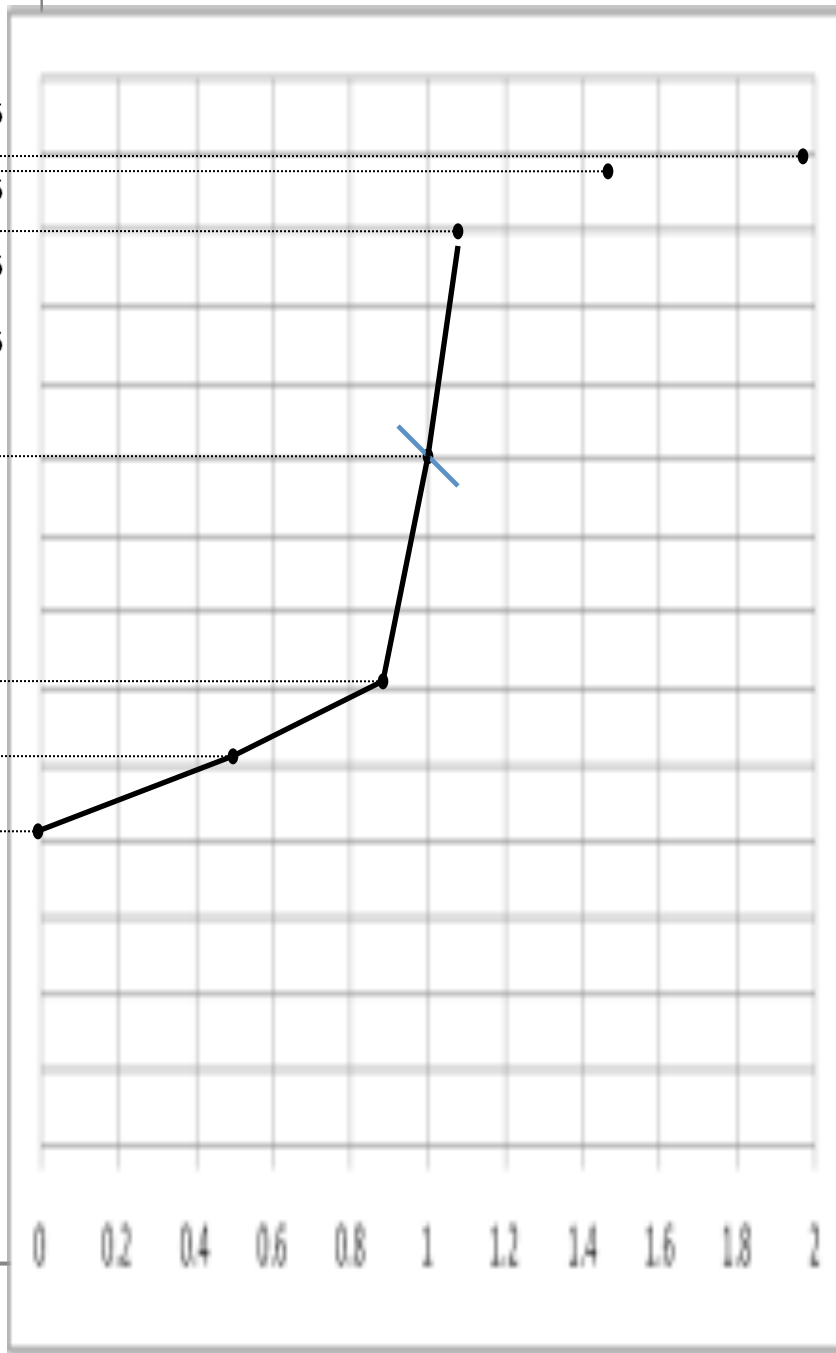
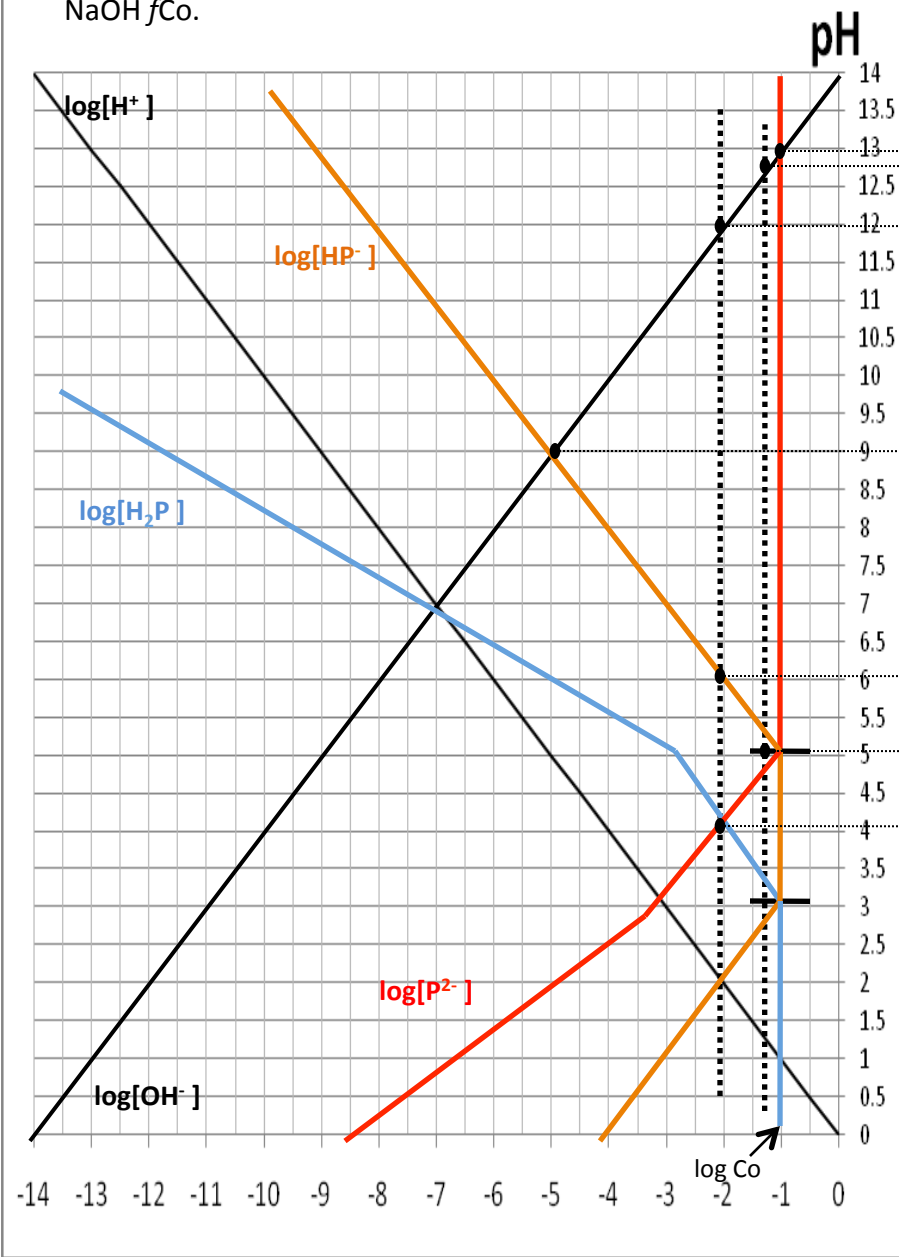


Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



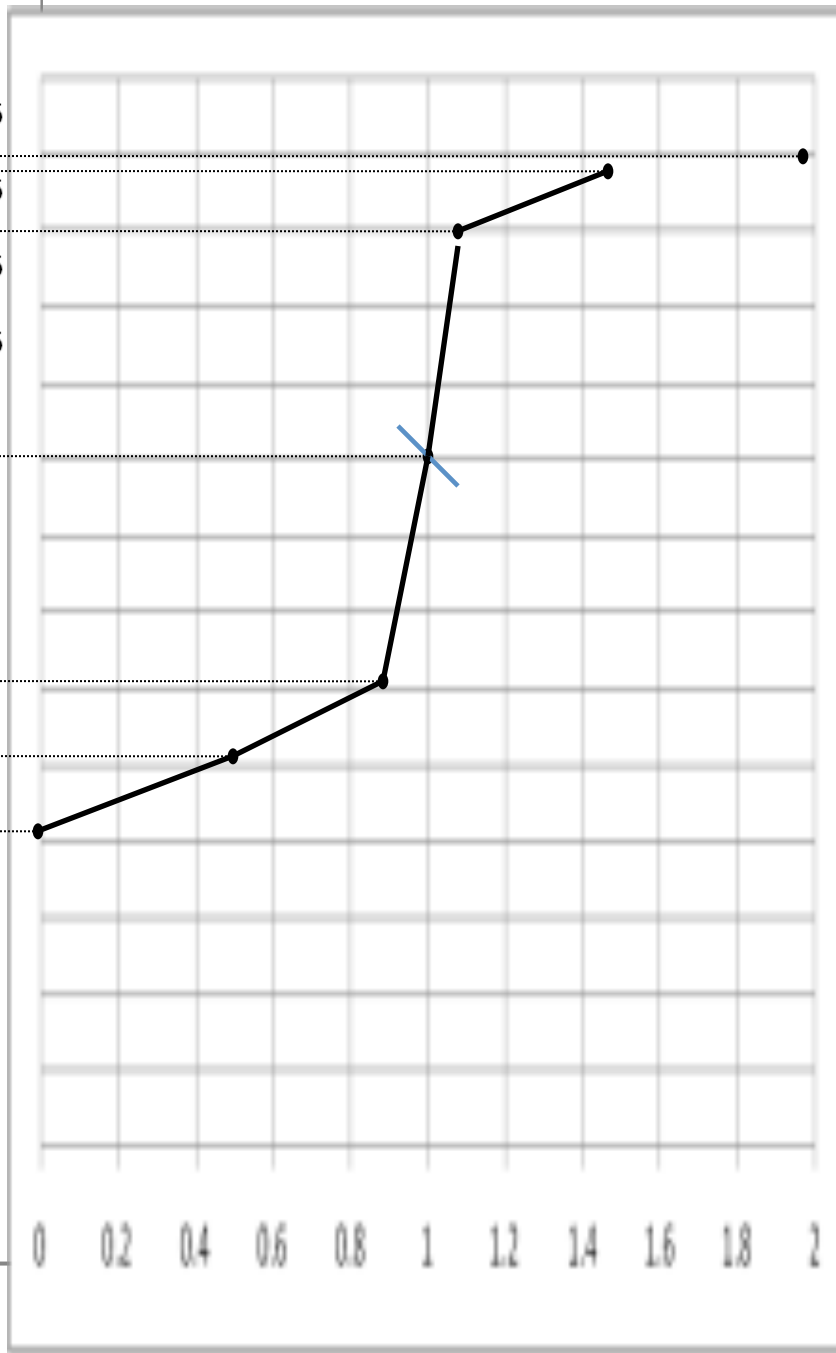
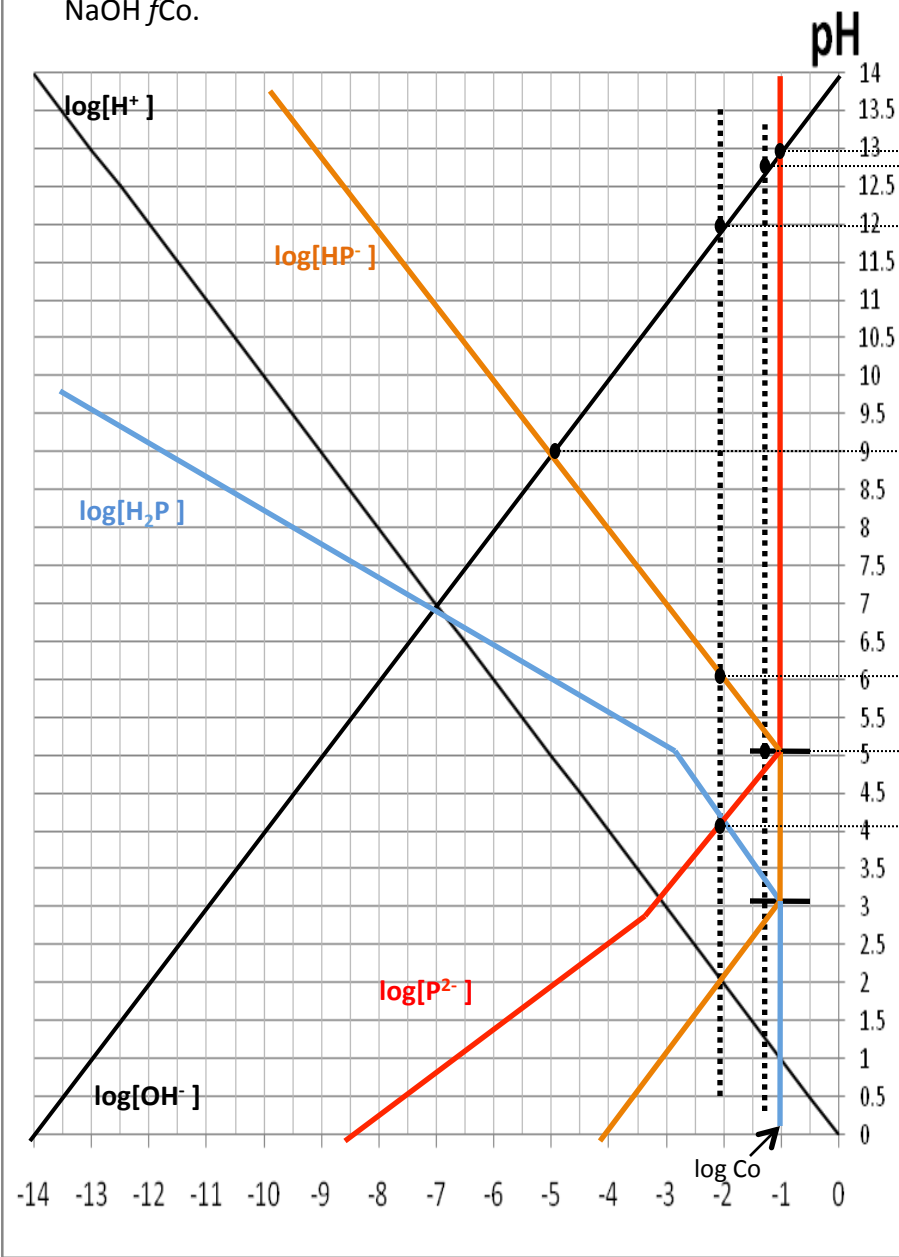
f

Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{\text{Co}}$.



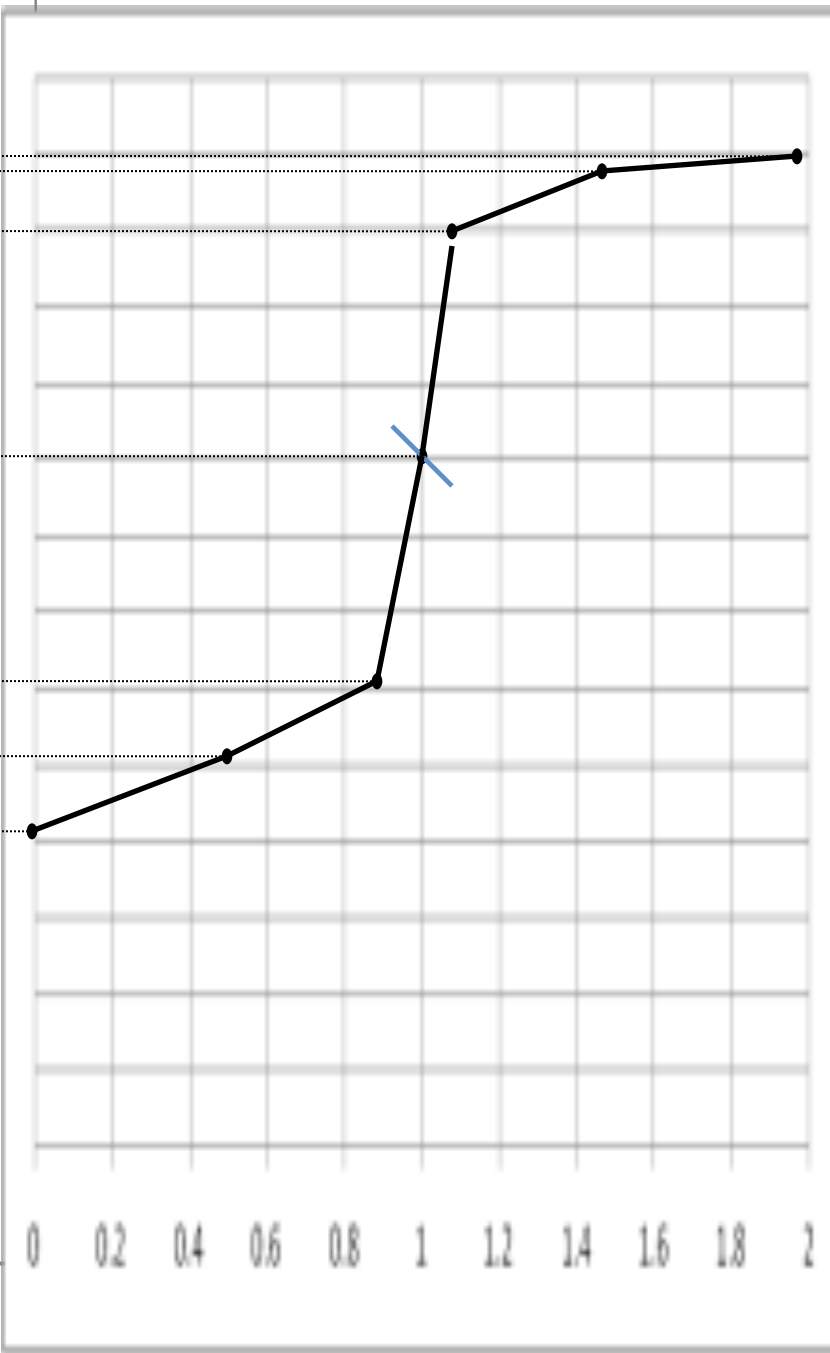
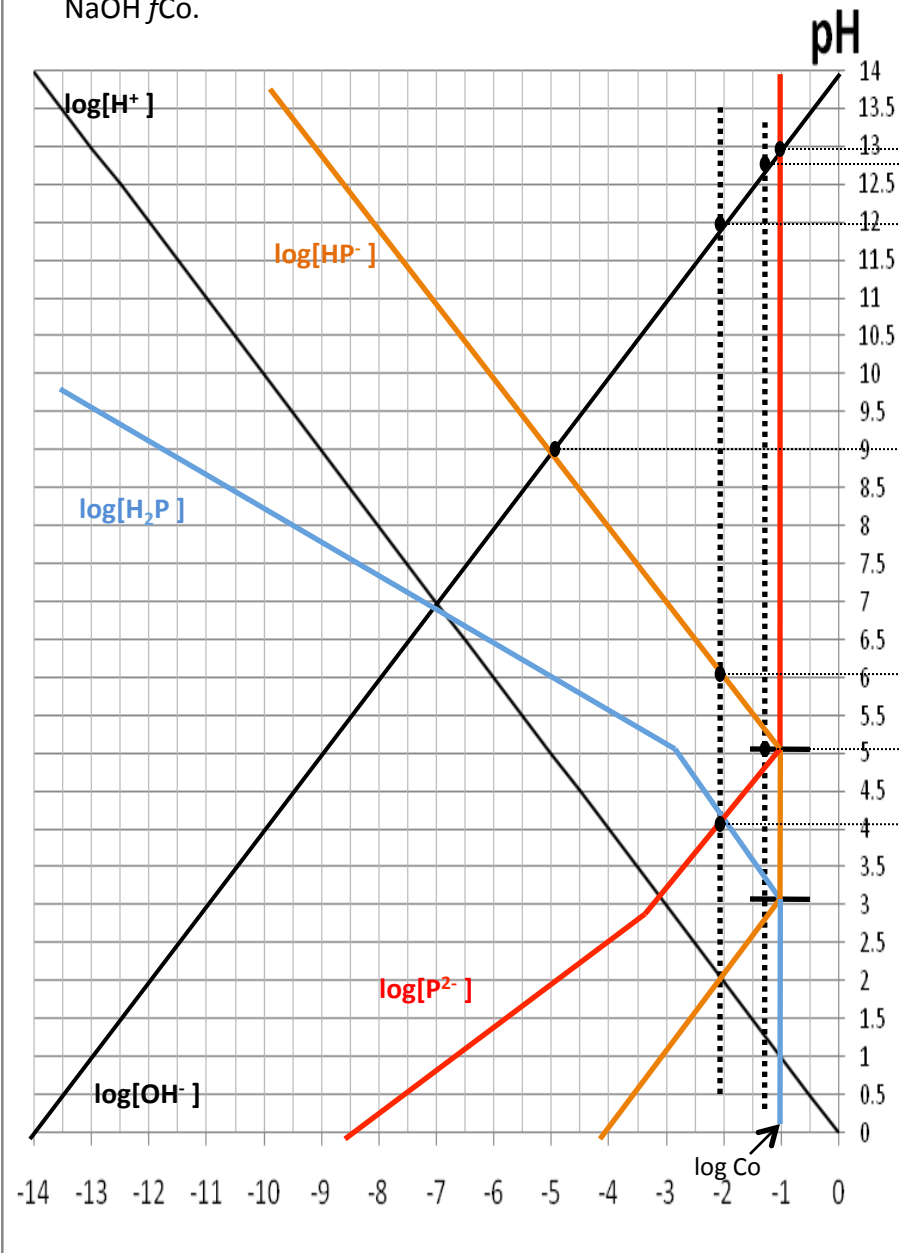
f

Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



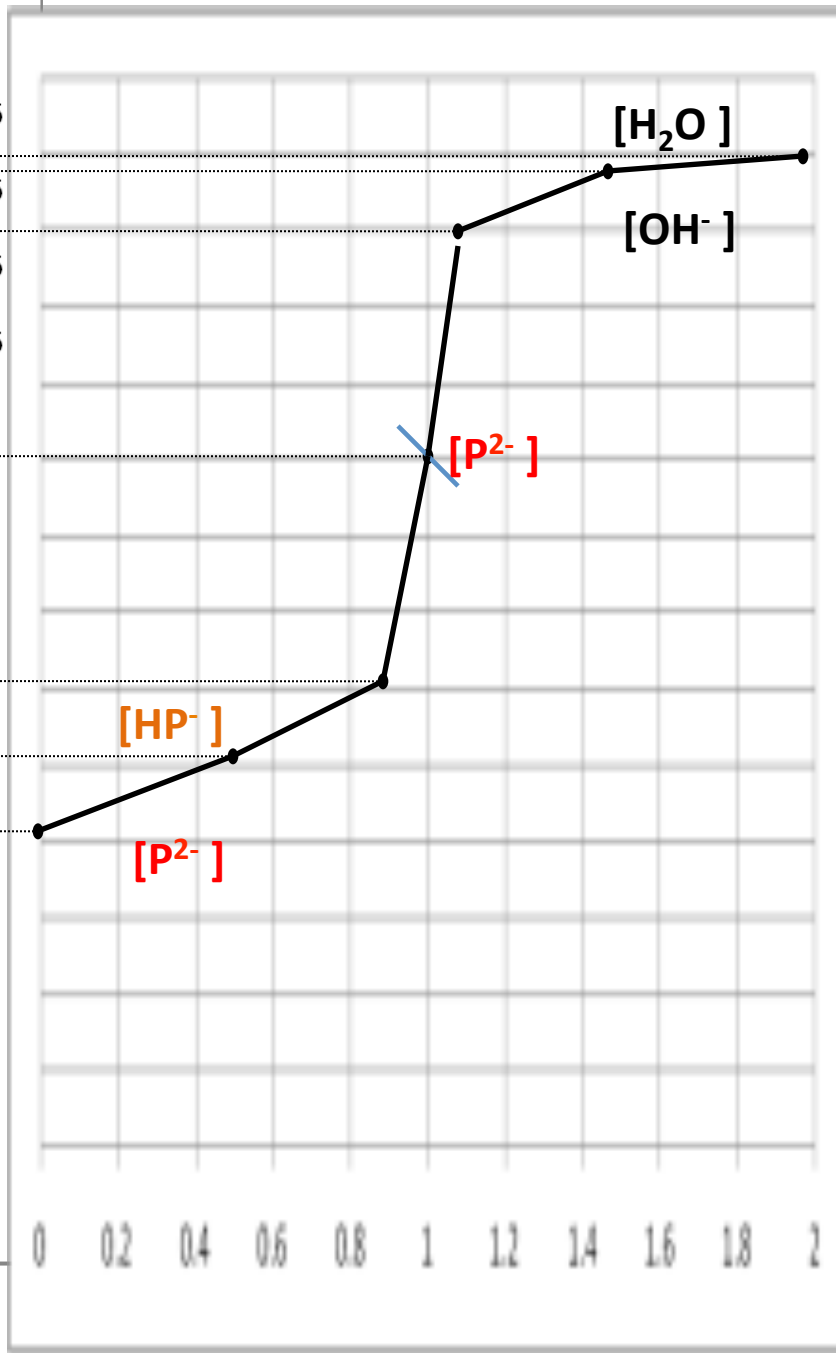
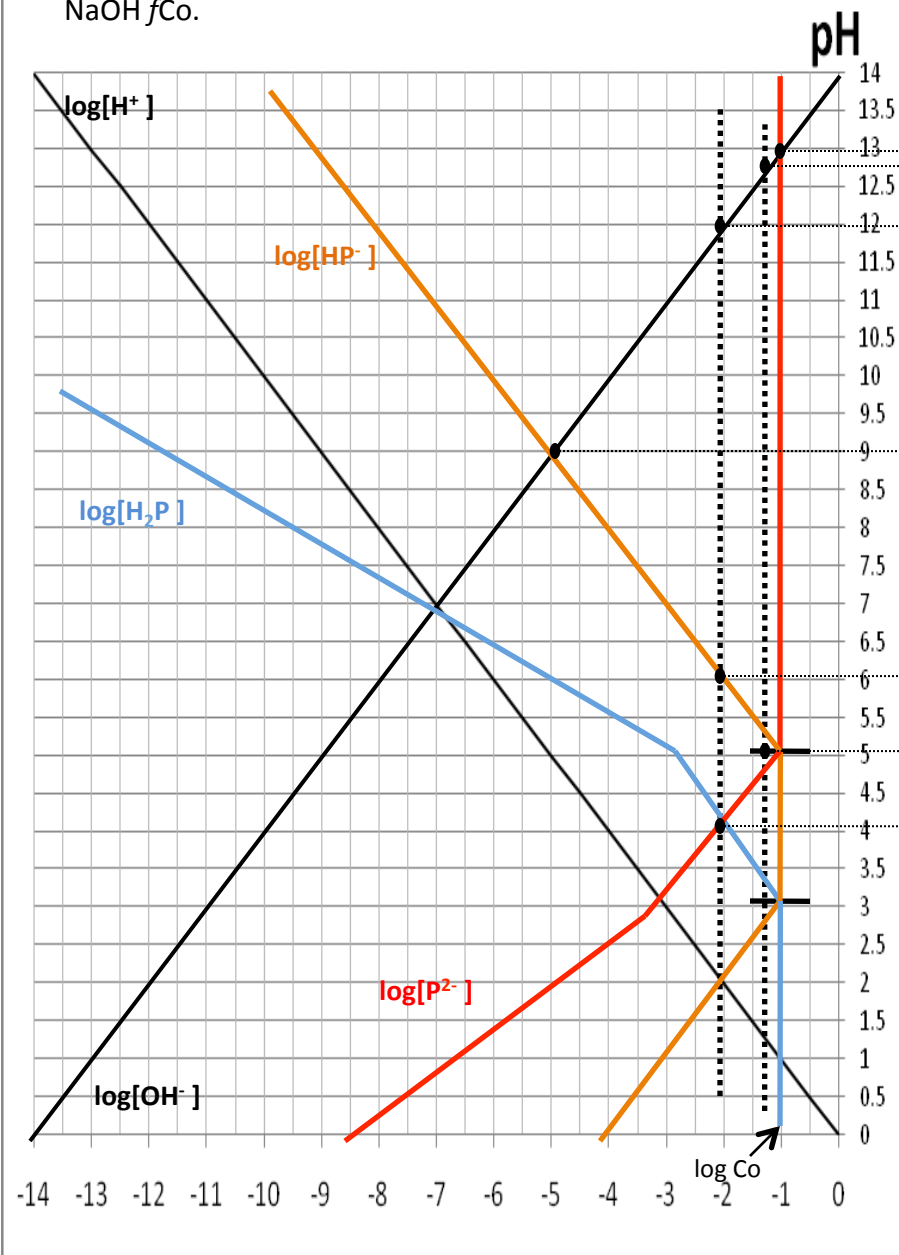
f

Titulación de HPK $C_0 = 0.1 \text{ mol/L}$ con NaOH f_{Co} .



f

Titulación de HPK $Co = 0.1 \text{ mol/L}$ con $\text{NaOH } f_{Co}$.



QUÍMICA ANALÍTICA

EXPRESIÓN GRÁFICA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS

Reacciones en Disolución y en las Interfases
en Condiciones de Amortiguamiento Simple



ALEJANDRO BAEZA

<http://depa.fquim.unam.mx/amyd>

↓
QA I

S. y G. Editores 2da. Ed.
2010