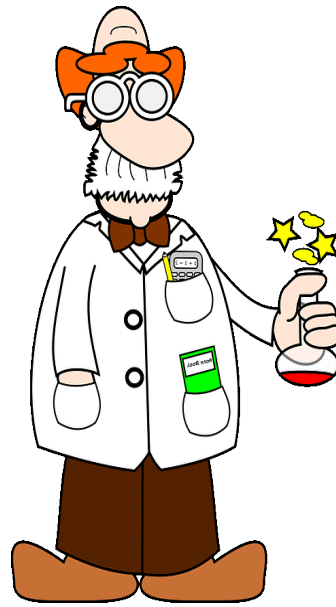


VALORACIÓN BASE DÉBIL- ÁCIDO FUERTE

ANA KAREN RAMÍREZ BARRAZA
JULIO CÉSAR BOTELLO POZOS
MARINA LUCIA MORALES GALICIA





<https://pixabay.com/es/qu%C3%ADmico-cient%C3%ADfico-investigador-309922/>

Valoración base débil- ácido fuerte

Valoración base débil- ácido fuerte

Como ejemplo consideremos una base débil A^- ($pK_a=9.26$) 0.1 M (analito) y 10 mL de disolución los cuales son valorados con un ácido fuerte H^+ al 0.1 M (valorante).

Donde:

C_0 : 0.1M

V_0 : 10 mL

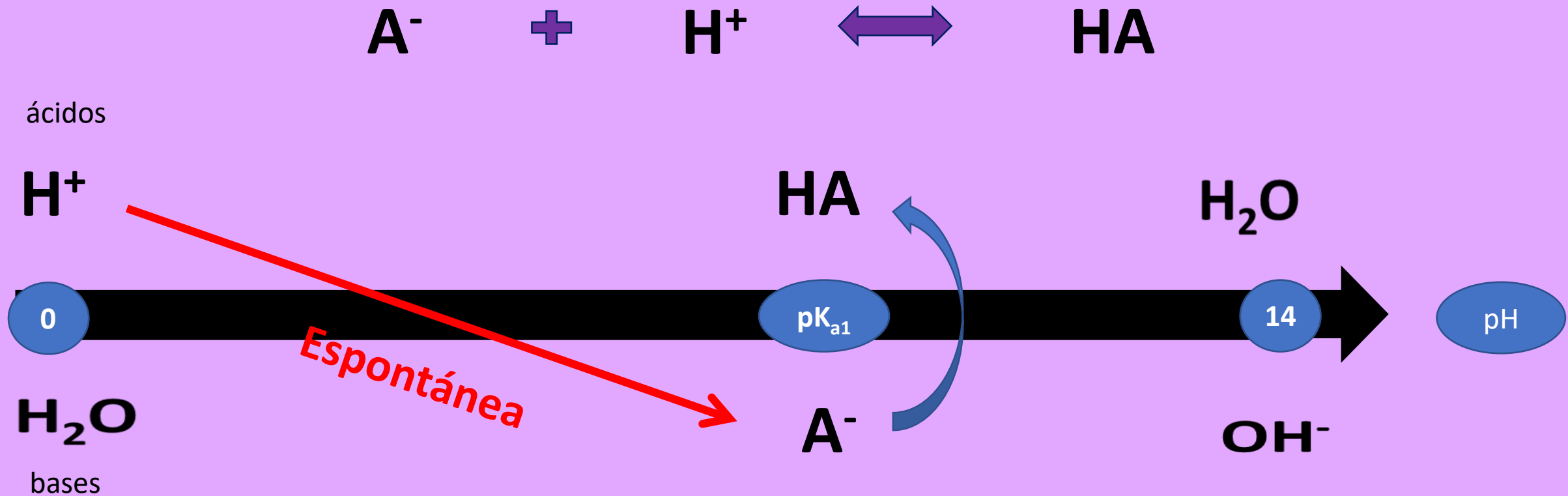
C : 0.1 M

V : Volumen que se va adicionando en el transcurso de la valoración

V_T : V_0+V_T es el volumen total, es decir volumen inicial de la valoración más el que se va adicionando.

A continuación realizamos la escala de predicción de reacciones para verificar que la reacción sea espontánea.

Escala de predicción de reacciones



La constante de equilibrio $K_{eq} \geq 1$ indica que la reacción es espontánea y cuantitativa

Valoración base débil-ácido fuerte

	A^-	+	H^+	$\leftrightarrow$	HA
Inicio	$C_o V_o$				
Agrega			CV		
APE	$C_o V_o - CV$		ϵ		CV
PE	ϵ		ϵ		$C_o V_o$
DPE	ϵ		$CV - C_o V_o$		$C_o V_o$

Donde:

C_o : Concentración inicial de la especie valorada

V_o : Volumen de la alícuota de la solución a valorar

C : Concentración del valorante

V : Volumen que se va adicionando

APE = Antes de punto de equivalencia

PE = Punto de equivalencia

DPE = Después de punto de equivalencia

Valoración base débil-ácido fuerte

Inicio) En esta etapa sólo se tiene base en disolución, el pH se calcula con base en la asociación de esta especie.

APE) En esta etapa, tenemos presente la base y su ácido conjugado, el pH se calcula con la ecuación de Henderson-Hasselbalch.

PE) Se tiene presente al ácido conjugado por lo que tenemos que calcular la disociación de éste y con base en ello determinar el pH.

DPE) Tenemos presente en disolución un exceso de ácido fuerte que se ha ido agregando; la base ya se consumió por completo, el pH se obtiene solamente con base en el ácido.

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

	A^-	+	H^+	$\rightleftharpoons$	HA
Inicio	$C_o V_o$				

En este punto sólo se tiene una cantidad apreciable de A^- (base débil) por lo que el pH estará dado por dicha especie química.

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

Como lo hicimos para el ácido débil se calcula en este caso la asociación de la base:

$$x^2 + K_b X - K_b \frac{CoVo}{V_T} = 0$$

Donde: $x=[OH^-]$

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

obtenemos la ecuación para calcular pH al inicio de la valoración

$$pOH = -\log x_2$$

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

Calculamos el valor de pK_b :

$$pK_b = 14 - 9.26$$

$$pK_b = 4.74$$

$$K_b = 10^{-4.74}$$

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

sustituimos en la ecuación cuadrática:

$$x^2 + 10^{-4.74} x - 10^{-4.74} \left(\frac{1.0 \text{ mmol}}{10 \text{ mL}} \right) = 0$$

$$x^2 + 10^{-4.74} x - 10^{-4.74} (0.1) = 0$$

obtenemos:

$$x^2 + 10^{-4.74} x - 10^{-5.74} = 0$$

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

Donde X_2 :

$$[OH^-] = 1.34 \times 10^{-3} \text{ M}$$

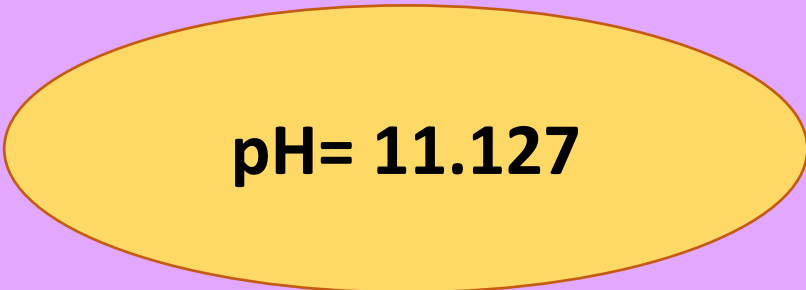
sustituimos en la ecuación de pH.

$$pOH = -\log(1.34 \times 10^{-3}) = 2.873$$

Inicio de valoración base débil-ácido fuerte

$$pH = 14 - pOH$$

$$pH = 14 - 2.873 = 11.127$$


$$pH = 11.127$$

Antes del punto de equivalencia (APE) valoración base débil-ácido fuerte

	A^-	+	H^+	$\rightleftharpoons$	HA
Inicio	$C_o V_o$				
Agrega			CV		
APE	$C_o V_o - CV$		ϵ		CV

En este caso están presentes tanto la base como su ácido conjugado (par ácido-base), para obtener el pH utilizaremos la ecuación de Henderson-Hasselbalch.

Antes del punto de equivalencia (APE) valoración base débil-ácido fuerte

Si consideramos que se agrega 1 mL de H^+ 0.1 M, calculamos el valor de **CV**

$$\frac{0.1 \text{ mmol } OH^-}{1 \text{ mL disolución}} (1 \text{ mL de disolución}) = 0.1 \text{ mmol de } OH^-$$

se determina el valor de CoVo-CV:

$$CoVo - CV = 1.0 \text{ mmol} - 0.1 \text{ mmol} = 0.9 \text{ mmol}$$

Antes del punto de equivalencia (APE) valoración base débil-ácido fuerte

Utilizamos la ecuación de Henderson-Hasselbach

$$pH = pK_a + \log \left(\frac{CoVo - CV}{CV} \right)$$

Antes del punto de equivalencia (APE) valoración base débil-ácido fuerte

mmol A^- = $CoVo - CV = 0.9$ mmol de A^-
mmol H^+ = $CoVo = 0.1$ mmol H^+

sustituimos en la ecuación :

$$pH = 9.26 + \log \left(\frac{0.9}{0.1} \right) = 10.214$$

$$pH = 10.214$$

Punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

	A^-	+	H^+	$\rightleftharpoons$	HA
Inicio	$C_o V_o$				
Agrega			CV		
APE	$C_o V_o - CV$		ϵ		CV
PE	ϵ		ϵ		$C_o V_o$

En esta etapa, se tiene en cantidad apreciable al ácido conjugado por lo que el pH se calcula con base en éste.

Punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

Partiendo de la ecuación general de pH:

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

obtenemos la ecuación para calcular pH en el punto de equivalencia:

$$pH = -\log X$$

si:

$$Ka = 10^{-9.26}$$

Punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

sustituimos en la ecuación cuadrática:

$$x^2 + 10^{-9.26} x - 10^{-9.26} \left(\frac{1.0 \text{ mmol}}{20 \text{ mL}} \right) = 0$$

$$x^2 + 10^{-9.26} x - 10^{-9.26} (0.05) = 0$$

obtenemos:

$$x^2 + 10^{-9.26} x - 10^{-10.56} = 0$$

Punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

Donde X_1 :

$$[H^+] = 5.250 \times 10^{-6} M$$

sustituimos en la ecuación de pH.

$$pH = -\log(5.250 \times 10^{-6} M) = 5.279$$

$$pH = 5.279$$

Después del punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

	A^-	+	H^+	$\rightleftharpoons$	HA
Inicio	$C_o V_o$				
Agrega			CV		
APE	$C_o V_o - CV$		ε		CV
PE	ε		ε		$C_o V_o$
DPE	ε		$CV - C_o V_o$		$C_o V_o$

En esta etapa, se tiene una cantidad apreciable de HA (ácido débil) y H^+ (ácido fuerte), por lo que el pH estará impuesto por el ácido fuerte.

Después del punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

En este caso el pH lo impone el ácido fuerte (OH-), con la siguiente ecuación:

$$pH = -\log \left(\frac{CV - CoVo}{V_T} \right)$$

Suponiendo que se agregan 12 mL de disolución valorante se tiene que :

Después del punto de equivalencia (PE) valoración base débil-ácido fuerte

sustituimos en la ecuación de pH.

$$pH = -\log \frac{(0.1M)(12mL) - (0.9mmol)}{10 mL + 12 mL} = 1.865$$

$$pH = 1.865$$

Valoración base débil-ácido fuerte

En las valoraciones es importante saber que valor de pH se tiene en cada una de las adiciones, a continuación las ecuaciones para cada etapa de valoración.

Analito	Valorante	Ecuación para determinar pH
A⁻	H⁺	(Inicio) $14 + \log x_2$
		(APE) $pK_a + \log \left(\frac{CoVo - CV}{CV} \right)$
		(PE) $-\log x_1$
		(DPE) $-\log \left(\frac{CV - CoVo}{V_T} \right)$

A continuación se presentan los valores de pH calculados para la etapa de antes del punto de equivalencia (APE) y en el punto de equivalencia (PE)

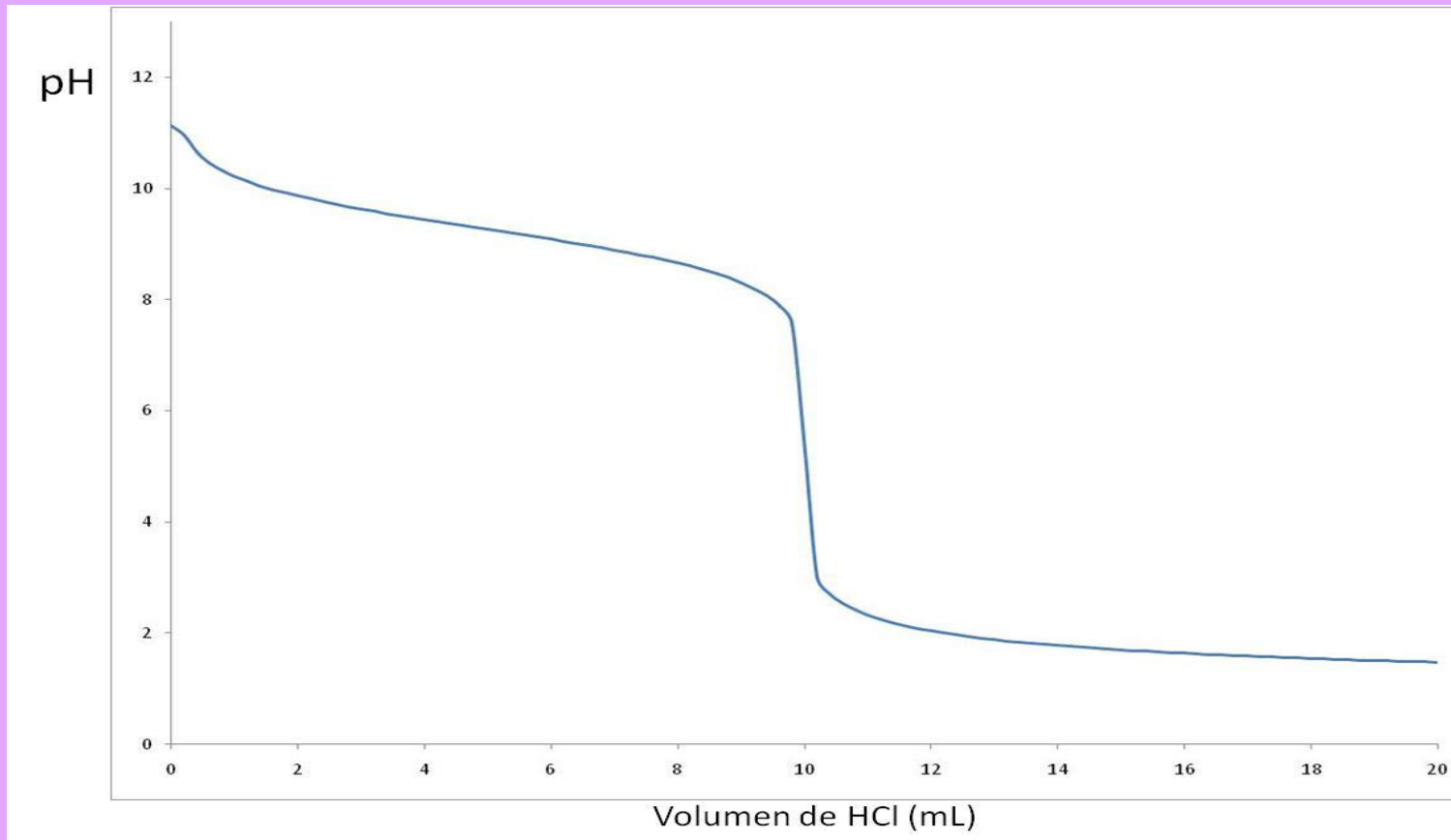
Volumen (mL)	pH
0	11.127
1	10.214
2	9.862
3	9.627
4	9.436
5	9.260
6	9.083
7	8.892
8	8.657
9	8.305
10 (PE)	5.279

A continuación se presentan los valores de pH calculados para la etapa de después del punto de equivalencia (DPE)

Volumen (mL)	pH
11	2.021
12	1.865
13	1.759
14	1.681
15	1.619
16	1.569
17	1.528
18	1.492
19	1.462
20	1.435

Gráfico de pH ácido débil-base fuerte

Curva de valoración de 10 mL de A^-
0.1 M (analito) los cuales son valorados con HCl 0.1 M (valorante)



Referencias

Sandoval, M. R. (2011). *Equilibrios en disolución en química analítica*. México: Facultad de Química.

Aguilar, V. F; y Botello, P. J. (2015). *Material didáctico de apoyo para las materias de análisis I de la carrera de químico farmacéutico biólogo y química analítica básica para las licenciaturas de bioquímica diagnóstica y de farmacia*. (Actividad de apoyo a la docencia para obtener el título de Químico Biólogo Farmacéutico). Universidad Nacional Autónoma de México: México.



<https://pixabay.com/es/var%C3%B3n-blanco-hombre-3d-aislado-3d-1871435/>