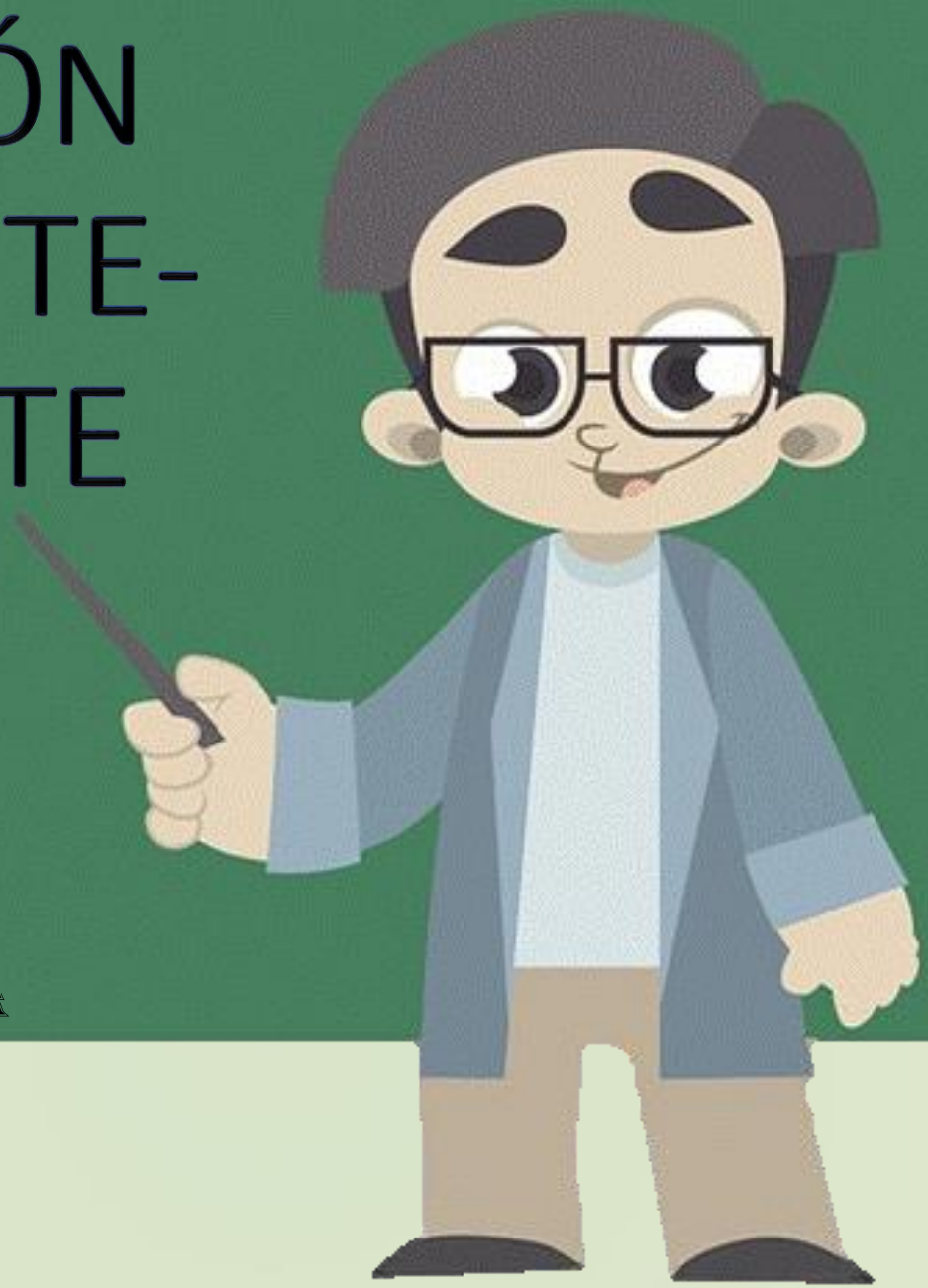
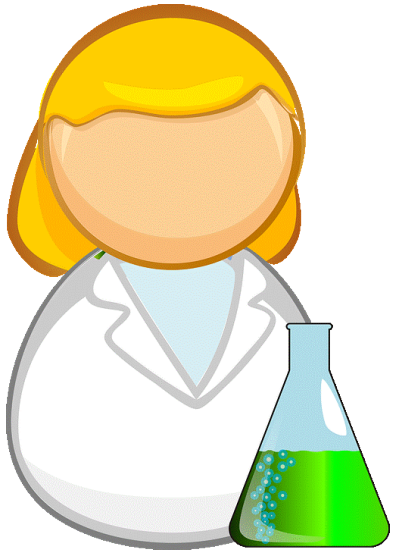
https://pixabay.com/es/profesor-hombre-conferencia-3026707/

VALORACIÓN ÁCIDO FUERTE-BASE FUERTE



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

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818



https://pixabay.com/es/an%C3%A1lisis-qu%C3%ADmica-personajes-de-c%C3%B3mic-2025664/

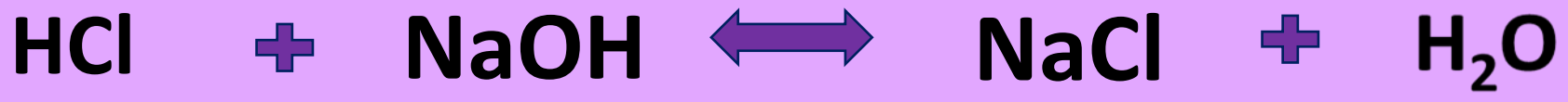
Valoración ácido fuerte-base fuerte

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Valoración ácido fuerte-base fuerte

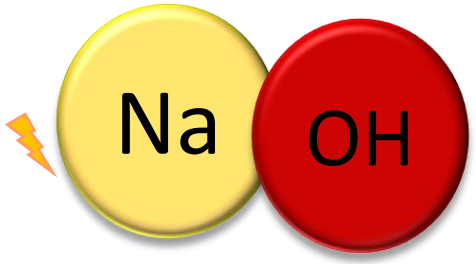
Consideremos la valoración de ácido clorhídrico (HCl) con hidróxido de sodio (NaOH)

La reacción molecular de la valoración es:

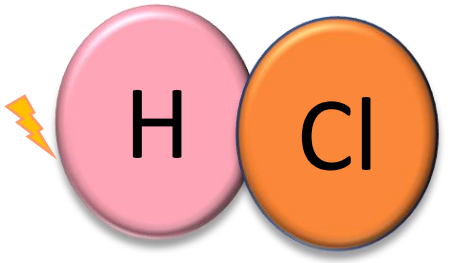


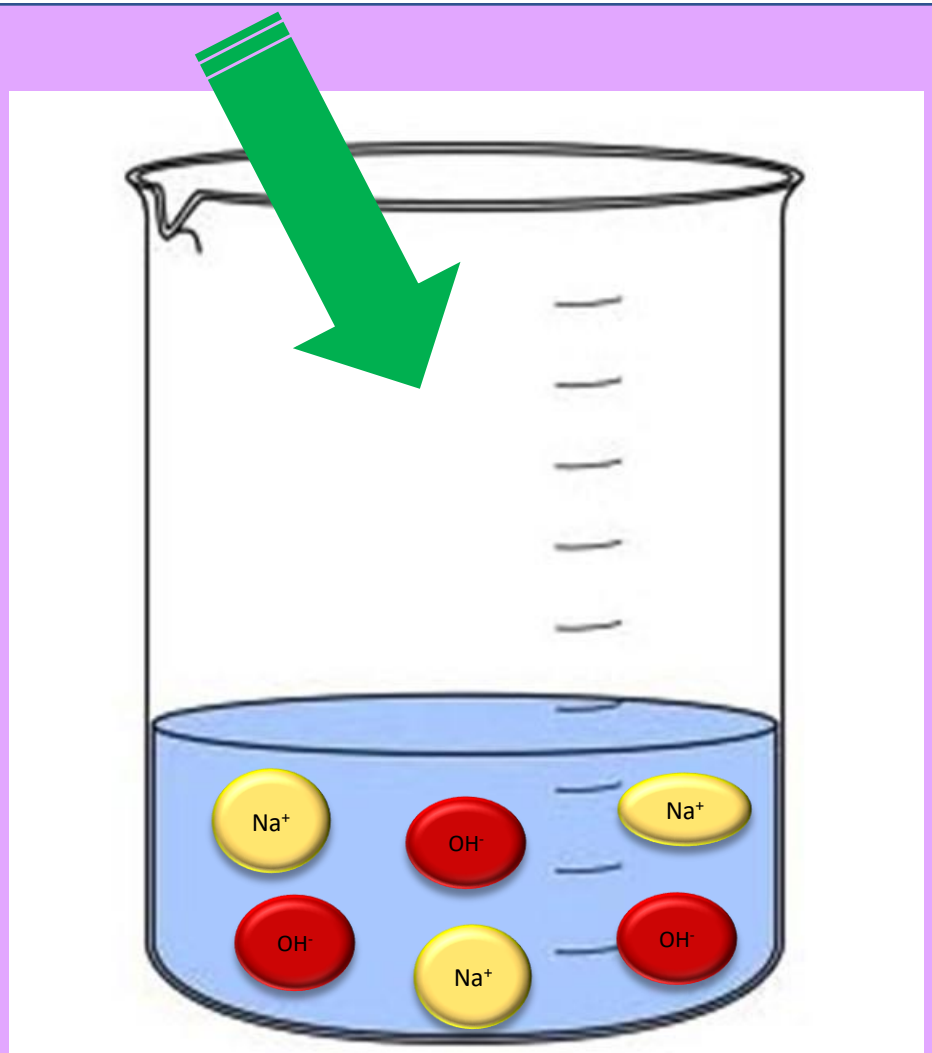
Sin embargo, en disolución no se tiene HCl ni NaOH, ya que ambos son electrolitos fuertes, por lo que se tendrán realmente a los iones de estas moléculas

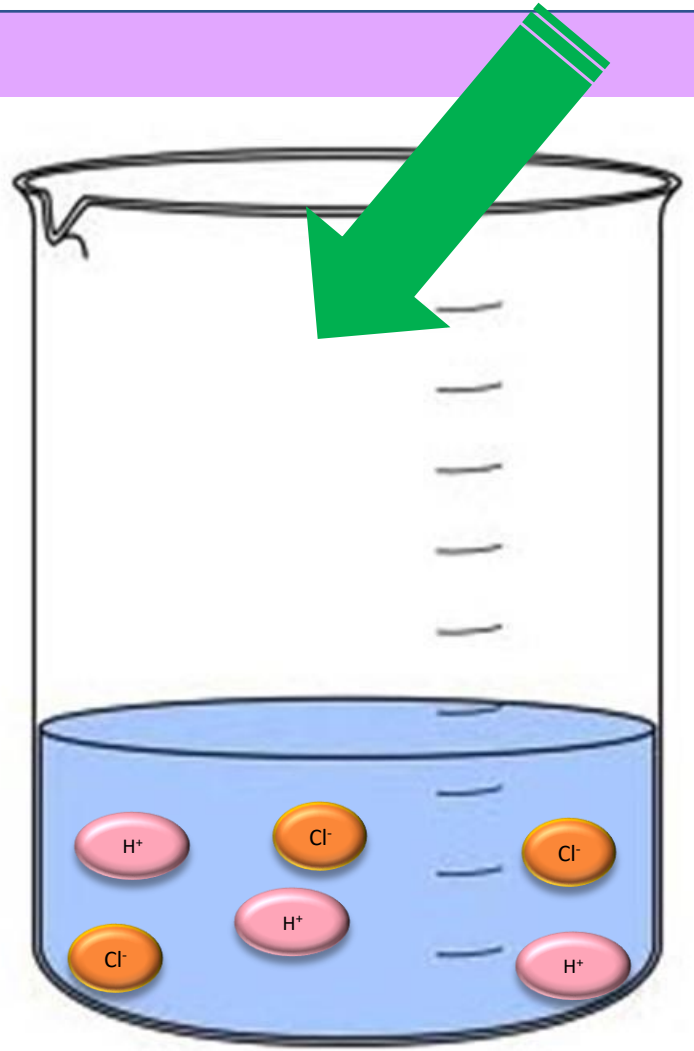
Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818



Disociación de una base y un ácido fuerte en disolución







Valoración ácido fuerte-base fuerte

La reacción iónica de valoración se puede expresar como:



A continuación se desarrolla una Tabla de Variación de Cantidades Molares (TVCM) en la cual se proponen las cantidades (moles) que se tienen al equilibrio, en cada uno de los puntos y etapas conforme se va desarrollando la valoración:

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Valoración ácido fuerte-base fuerte

	H^+	+	OH^-	⟷	H_2O
Inicio	C_oV_o				
Agrega			CV		
APE	C_oV_o - CV		ε		CV
PE	ε		ε		C_oV_o
DPE	ε		CV - C_oV_o		C_oV_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

ε = Cantidad de reactivos que no reacciona; cantidad muy pequeña (se considera despreciable)

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Valoración ácido fuerte-base fuerte

Inicio) En esta etapa sólo se tiene ácido en disolución, la realización del cálculo de pH, en esta etapa, se realiza considerando un ácido fuerte.

APE) Se agrega la base al ácido, el cual está siendo neutralizado, el pH de la disolución empieza a aumentar. El pH está determinado por el ácido aún presente.

PE) En esta etapa en el equilibrio sólo se tiene agua en cantidad apreciable, por esta razón el pH está dado por dicha especie siendo pH = 7.

DPE) Se tiene presente al equilibrio base fuerte y agua por lo que el pH de la disolución está impuesto por la base fuerte.

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

CV (masa en moles)

Hay que considerar que el multiplicar la concentración en unidades de molaridad (C), por un volumen definido (V), da como resultado una cantidad de masa en moles .

Consideremos que se tiene una disolución 0.2 M de HCl y que de ella se toma una alícuota de 10mL

$$\frac{0.2\ mmol\ HCl}{1\ mL\ disolución}(10\ mL\ de\ disolución) = 2\ mmol\ de\ HCl$$

C V CV

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Valoración ácido fuerte-base fuerte

Como ejemplo se considera la valoración de 10 mL de HCl 0.1 M (analito) empleando NAOH 0.1 M como valorante:

Donde:

C_o: 0.1M

V_o: 10 mL

C : 0.1 M

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

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

Con los datos anteriores se calcula el pH en cada mL añadido a la valoración para así obtener la curva teórica de valoración

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Inicio de valoración
ácido fuerte-base fuerte

	H^+	+	OH^-	⟷	H_2O
Inicio	C_oV_o				

En este punto, sólo se tiene una cantidad apreciable de H^+ (ácido fuerte, protones), por lo que el pH estará dado por dicha especie química.

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Inicio de valoración ácido fuerte-base fuerte

Para obtener el pH al equilibrio se plantea la siguiente ecuación:

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

donde:

$$[H^+] = \frac{Co\ Vo}{V_T}$$

$$V_T = V_o$$

entonces :

$$pH = -log\left(\frac{Co\ Vo}{V_T}\right)$$

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Inicio de valoración
ácido fuerte-base fuerte

Calculamos el valor de CV:

$$\frac{0.1\ mmol\ de\ H^+}{1\ \cancel{mL}\ disolución}\ (10\ \cancel{mL}\ disolución) = 1.0\ mmol\ de\ H^+$$

se sustituye en la ecuación:

$$pH = -log\left[\frac{1\ mmol\ H^+}{10\ mL}\right]$$

se obtiene lo siguiente :

pH = 1.0

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

	H^+	+	OH^-	⟷	H_2O
Inicio	C_oV_o				
Agrego			CV		
APE	C_oV_o - CV		ε		CV

En esta etapa se tiene una cantidad apreciable de H^+ (ácido fuerte, protones) y agua, por lo que el pH estará dado por la cantidad de H^+ (CoVo-CV).

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

CoVo = 1.0 mmol
CV será una cantidad variable que depende del volumen adicionado; C = 0.1M

Suponiendo que se agrega 1 mL de disolución valorante se calcula el valor de CV:

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

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

Por lo que:

$$[H^+] = \frac{CoVo - CV}{V_T}$$

sustituimos:

$$[H^+] = \frac{1.0\ mmol - 0.1\ mmol}{(10mL + 1\ mL)}$$

donde:

$$[H^+] = \frac{1.0\ mmol - 0.1\ mmol}{(10mL + 1\ mL)} = \frac{0.9\ mmol}{11\ mL} = 0.0818$$

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

Entonces :

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

y al agregar 1 mL de la base (NaOH) se obtiene el pH de la siguiente manera:

$$pH = -\log(0.0818) = 1.0872$$

pH= 1.0872

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

	H^+	+	OH^-	⟷	H_2O
Inicio	C_oV_o				
Agrego			CV		
APE	C_oV_o -CV		ε		CV
PE	ε		ε		C_oV_o

En este caso el **pH=7** está impuesto por el agua, única especie en cantidad considerable en el sistema

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

	H^+	+	OH^-	⟷	H_2O
Inicio	C_oV_o				
Agrego			CV		
APE	C_oV_o - CV		Ɛ		CV
PE	Ɛ		Ɛ		C_oV_o
DPE	Ɛ		CV - C_oV_o		C_oV_o

En esta etapa se tiene una cantidad apreciable de OH^- (base fuerte, iones hidroxilo) y agua, por lo que el pH estará dado por la cantidad de OH^- (CV - CoVo).

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

CoVo = 1.0 mmol
CV será una cantidad variable que depende del volumen adicionado; C = 0.1M

Suponiendo que se agregan 12 mL de disolución valorante se calcula el valor de CV:

$$\frac{0.1\ mmol\ OH^-}{1\ mL\ disolución}\left(12\ mL\ de\ disolución\right) = 1.2\ mmol\ de\ OH^-$$

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

Por lo que:

$$[\mathbf{OH^-}] = \left(\frac{\mathbf{CV - CoVo}}{\mathbf{V_T}}\right)$$

sustituimos:

$$[\mathbf{OH^-}] = \left(\frac{\mathbf{1.2\ mmol - 1.0\ mmol}}{\mathbf{10\ mL + 12\ mL}}\right)$$

donde:

$$[\mathbf{OH^-}] = \frac{\mathbf{0.2}\ \boldsymbol{mmol}}{\mathbf{22}\ \boldsymbol{mL}} = \mathbf{0.0090}\ \boldsymbol{M}$$

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

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

Entonces :

$$pH = 14 + log\left(\frac{CV - CoVo}{V_T}\right)$$

y al agregar 12 mL de la base (NaOH) se obtiene el pH de la siguiente manera:

$$pH = 14 + \log\left[0.0090\right] = 11.9542$$

pH= 11.9542

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Valoración ácido fuerte-base fuerte

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

Analito	Valorante	Ecuación para determinar pH
H^+	OH^-	(Inicio) $-log\left(\frac{CoVo}{V_T}\right)$
		(APE) $-log\left(\frac{CoVo - CV}{V_T}\right)$
		(PE) **pH=7**
		(DPE) $14 + log\left(\frac{CV - CoVo}{V_T}\right)$

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

A continuación se presentan los valores de pH calculados para antes del punto de equivalencia (APE)

Volumen (mL)	pH
0	1.000
1	1.087
2	1.176
3	1.269
4	1.368
5	1.477
6	1.602
7	1.753
8	1.954
9	2.279
10 (PE)	**7.000**

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

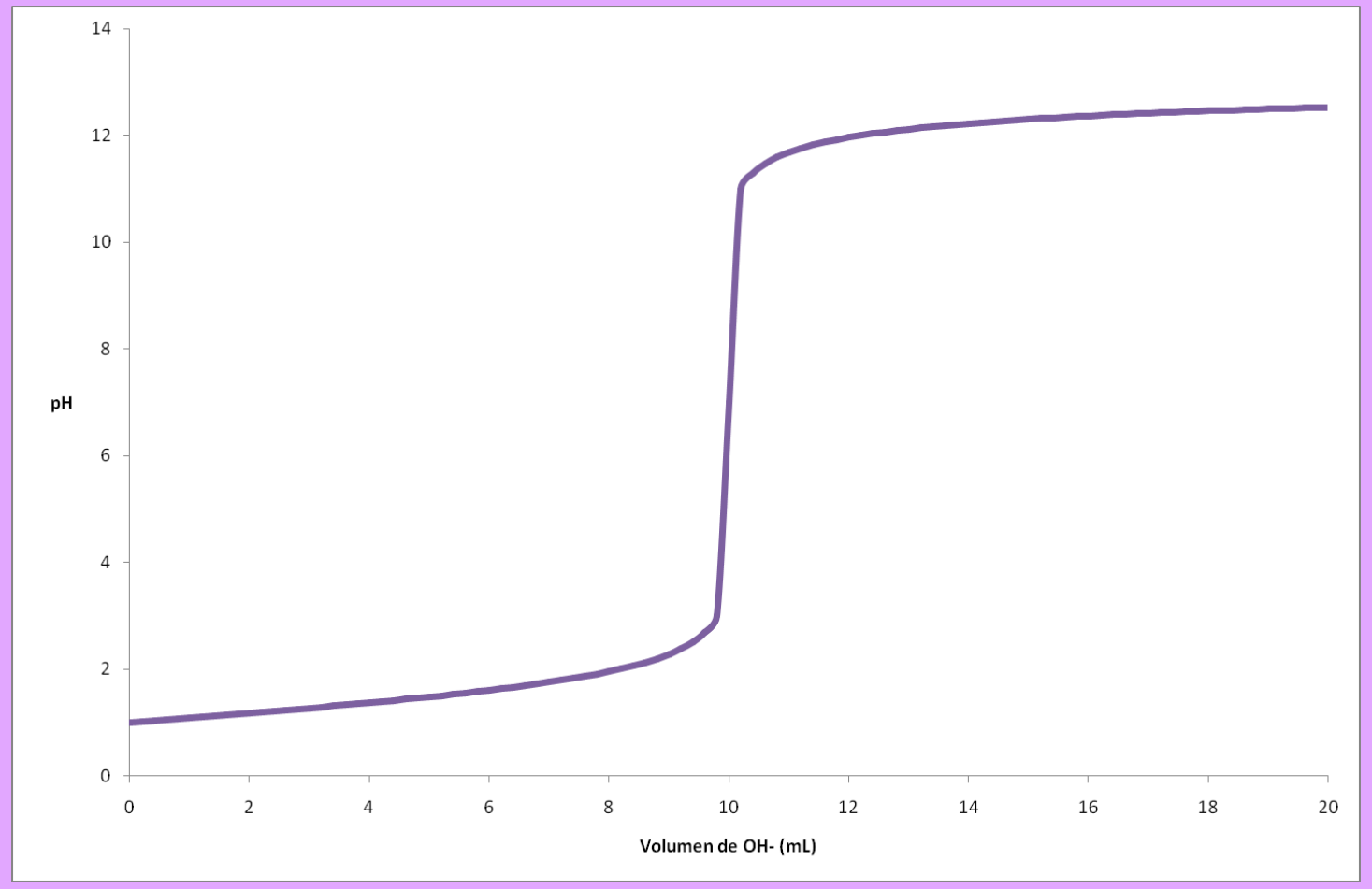
A continuación se presentan los valores de pH calculados para la etapa, después del punto de equivalencia (DPE).

Volumen (mL)	pH
11	11.672
12	11.954
13	12.114
14	12.220
15	12.301
16	12.364
17	12.414
18	12.455
19	12.491
20	12.522

Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818

Gráfico de pH ácido fuerte-base fuerte

Curva de valoración de 10 mL de disolución 0.1 M de HCl empleando como valorante NaOH 0.1 M



Proyecto PAPIME-DGAPA PE201818