



## Práctica 5. Equivalentes y normalidad

### PREGUNTAS A RESPONDER AL FINAL DE LA PRÁCTICA

¿Cuál es la relación de volúmenes entre el ácido y la base cuando se neutraliza una disolución de base con una disolución de ácido *de la misma concentración normal*?

¿Cuál es la relación de volúmenes entre el oxidante y el reductor cuando se hacen reaccionar una disolución de oxidante con una disolución de reductor *de la misma concentración molar*?

### TAREA PREVIA

1. En una disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , ¿Cuál es la concentración molar de los iones de hidrógeno?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ mol/L (de  $\text{H}^+$ )

2. ¿Cuál es la concentración normal de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N

3. En una disolución de  $\text{H}_3\text{Cit}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , ¿Cuál es la concentración molar de los iones de hidrógeno ácidos?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ mol/L (de  $\text{H}^+$ )

4. ¿Cuál es la concentración normal de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{H}_3\text{Cit}$ ?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N

5. ¿Cuál es la concentración normal de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$ ?

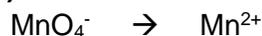
**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N



6. Considerando un litro de una disolución de  $\text{KMnO}_4$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  que va a reaccionar para dar  $\text{Mn}^{2+}$ , ¿Qué cantidad de electrones (mol) va a aceptar el ion permanganato?

**Ecuación química (semirreacción):**



**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ mol de electrones

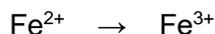
7. ¿Cuál es la normalidad de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{KMnO}_4$ ?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N

8. Considerando un litro de una disolución de  $\text{Fe}^{2+}$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  que va a reaccionar para dar  $\text{Fe}^{3+}$ , ¿Qué cantidad de electrones (mol) va a ceder el  $\text{Fe}^{2+}$ ?

**Ecuación química (semirreacción):**



**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ mol de electrones

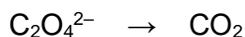
9. ¿Cuál es la normalidad de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{Fe}^{2+}$ ?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N

10. Considerando un litro de una disolución de oxalato de sodio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  ( $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) que va a reaccionar para dar  $\text{CO}_2$ , ¿Qué cantidad de electrones (mol) va a ceder cada ion oxalato?

**Ecuación química (semirreacción):**



**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ mol de electrones



11. ¿Cuál es la normalidad de una disolución  $1 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ?

**Operaciones:**

\_\_\_\_\_ N

#### MATERIAL (POR EQUIPO)

- 3 buretas de 50 mL con pinzas y soporte.
- 7 matraces Erlenmeyer.
- 7 pipetas volumétricas de 5 mL
- 1 pipeta graduada de 5 mL

#### REACTIVOS (cantidades aproximadas sugeridas por equipo)

##### PRIMERA PARTE

- 20 mL de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 20 mL de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.05 \text{ mol/L}$
- 20 mL de la disolución de  $\text{H}_3\text{Cit}$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 20 mL de la disolución de  $\text{H}_3\text{Cit}$   $0.033 \text{ mol/L}$
- 110 mL de la disolución de  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 2-3 gotas por cada titulación de disolución de fenolftaleína (indicador)

##### SEGUNDA PARTE

- 10 mL de la disolución de  $\text{KMnO}_4$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 30 mL de la disolución de  $\text{KMnO}_4$   $0.02 \text{ mol/L}$
- 15 mL de la disolución de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 15 mL de la disolución de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0.05 \text{ mol/L}$
- 30 mL de la disolución de  $\text{FeSO}_4$   $0.1 \text{ mol/L}$
- 60 mL de la disolución de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $4 \text{ mol/L}$

### PRIMERA PARTE. Reacciones ácido-base

#### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Realizar las siguientes valoraciones, utilizando gotas de fenolftaleína como indicador:

#### 1. Valoraciones de $\text{H}_2\text{SO}_4$ con $\text{NaOH}$ .

- a) Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ . **R1**
- b) Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$   $0.05 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ . **R1**
- c) Anotar en la **Tabla 1**, la normalidad correspondiente para el analito y titulante.
- d) Registrar los resultados en la **Tabla 1**.

#### 2. Valoraciones de $\text{H}_3\text{Cit}$ con $\text{NaOH}$ .

- a) Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{H}_3\text{Cit}$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ . **R2**
- b) Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{H}_3\text{Cit}$   $0.033 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{NaOH}$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$ . **R2**
- c) Anotar en la **Tabla 2**, la normalidad correspondiente para el analito y el titulante.
- d) Registrar los resultados en la **Tabla 2**.



## RESULTADOS

Tabla 1. Valoraciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> con NaOH.

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.1 mol L <sup>-1</sup> = _____ eq L <sup>-1</sup>	NaOH 0.1 mol L <sup>-1</sup> = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(ácido): V(base)
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
5 mL					

H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0.05 mol L <sup>-1</sup> = _____ eq L <sup>-1</sup>	NaOH 0.1 M = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(ácido): V(base)
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
5 mL					

Tabla 2. Valoraciones de H<sub>3</sub>Cit con NaOH.

H <sub>3</sub> Cit 0.1 mol L <sup>-1</sup> = _____ eq L <sup>-1</sup>	NaOH 0.1 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(ácido): V(base)
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
5 mL					

H <sub>3</sub> Cit 0.033 mol L <sup>-1</sup> = _____ eq L <sup>-1</sup>	NaOH 0.1 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(ácido): V(base)
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
5 mL					

## CUESTIONARIO

1. Completar y balancear las ecuaciones químicas de neutralización de los procesos llevados a cabo:



2. ¿Cuál es la relación de volúmenes entre el ácido (sulfúrico o cítrico) y la base cuando se neutraliza una disolución de base con una disolución de ácido *de la misma concentración normal*? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuál es la relación de volúmenes entre el ácido (sulfúrico o cítrico) y la base cuando se neutraliza una disolución de base con una disolución de ácido *de la misma concentración molar*? \_\_\_\_\_



## SEGUNDA PARTE. Reacciones óxido-reducción

### PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

#### 1. Valoraciones de $\text{FeSO}_4$ con $\text{KMnO}_4$ .

- Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{FeSO}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{KMnO}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  añadiendo 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 mol/L. **R3**
- Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{FeSO}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{KMnO}_4$  0.02 mol/L añadiendo 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 mol/L. **R3**
- Anotar en la **Tabla 3**, la normalidad correspondiente para las disoluciones de analito y titulante.
- Registrar los resultados en la **Tabla 3**.

#### 2. Valoraciones de $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ con $\text{KMnO}_4$ .

- Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{KMnO}_4$   $0.1 \text{ mol L}^{-1}$  añadiendo 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 mol/L. **R4**
- Valorar por triplicado 5 mL de  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$   $0.05 \text{ mol L}^{-1}$  con  $\text{KMnO}_4$   $0.02 \text{ mol L}^{-1}$  añadiendo 5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  4 mol/L. **R4**
- Anotar en la **Tabla 4**, la normalidad correspondiente para las disoluciones de analito y titulante.
- Registrar los resultados en la **Tabla 4**.

### RESULTADOS

Tabla 3. Valoraciones de  $\text{FeSO}_4$  con  $\text{KMnO}_4$ .

$\text{FeSO}_4$ $0.1 \text{ mol L}^{-1} =$ _____ $\text{eq L}^{-1}$	$\text{KMnO}_4$ $0.1 \text{ mol L}^{-1} =$ _____ $\text{eq L}^{-1}$				Relación $V(\text{Fe}^{2+}):V(\text{MnO}_4^-)$
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{\text{prom}}$	
<b>5 mL</b>					

$\text{FeSO}_4$ $0.1 \text{ mol L}^{-1} =$ _____ $\text{eq L}^{-1}$	$\text{KMnO}_4$ 0.02 mol/L = _____ $\text{eq L}^{-1}$				Relación $V(\text{Fe}^{2+}):V(\text{MnO}_4^-)$
	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_{\text{prom}}$	
<b>5 mL</b>					



**Tabla 4. Valoraciones de Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> con KMnO<sub>4</sub>.**

Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 0.1 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>	KMnO <sub>4</sub> 0.1 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ):V(MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
<b>5 mL</b>					

Na <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> 0.05 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>	KMnO <sub>4</sub> 0.02 mol/L = _____ eq L <sup>-1</sup>				Relación V(C <sub>2</sub> O <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ):V(MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )
	V <sub>1</sub>	V <sub>2</sub>	V <sub>3</sub>	V <sub>prom</sub>	
<b>5 mL</b>					

### CUESTIONARIO

1. Completar y balancear las ecuaciones químicas rédox de los procesos llevados a cabo en medio ácido (con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>):



2. ¿Cuál es la relación de volúmenes entre el oxidante (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>) y el reductor (Fe<sup>2+</sup> ó C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>) cuando se hacen reaccionar disoluciones *de la misma normalidad*? \_\_\_\_\_
3. ¿Cuál es la relación de volúmenes entre el oxidante (MnO<sub>4</sub><sup>-</sup>) y el reductor (Fe<sup>2+</sup> ó C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>) cuando se hacen reaccionar disoluciones *de la misma molaridad*? \_\_\_\_\_

### PREGUNTAS FINALES

¿Cuál es la relación de volúmenes entre el ácido y la base cuando se neutraliza una disolución de base con una disolución de ácido *de la misma normalidad*? \_\_\_\_\_

¿Cuál es la relación de volúmenes entre el oxidante y el reductor cuando se hacen reaccionar una disolución de oxidante con una disolución de reductor *de la misma molaridad*? \_\_\_\_\_

### TRATAMIENTO DE RESIDUOS

**R1:** Sulfato de sodio y fenolftaleína en agua.

**R2:** Citrato de sodio y fenolftaleína en agua.

**R3:** Sulfato de manganeso(II), sulfato de hierro(III), sulfato de potasio y ácido sulfúrico.



**R4:** Sulfato de manganeso(II), sulfato de potasio, sulfato de sodio y ácido sulfúrico.

- **R1** y **R2** se desechan directamente al drenaje.
- Las disoluciones **R3** y **R4** son muy ácidas para verterlas en el drenaje, habrá que neutralizarlas. Si hay presencia de un sólido café oscuro, se trata del óxido de manganeso(IV), que deberá filtrarse y tirarse SECO, a la basura. Procedimiento: Junta todas las disoluciones, agrega NaOH hasta alcanzar un pH básico “esto ayudara a formar el óxido de manganeso(IV)”, deja que se sedimente todo el óxido formado y filtra para lograr un filtrado transparente, el cual antes de verter a la tarja debe de tener un pH neutro. El filtrado deberá desecharse SECO a la basura.
- **Recuerda que las disoluciones deben tener pH neutro antes de verterlas en el drenaje.**

*ELABORADO POR:* Laura Gasque Silva

*REVISADA POR:* M. en C. Martha Magdalena Flores Leonar

Dr. Héctor García Ortega

Dr. Víctor Manuel Ugalde Saldívar