

## PRACTICA 1

### POTENCIALES TERMODINÁMICOS

#### I. OBJETIVO GENERAL

Que el alumno conozca la importancia de los potenciales termodinámicos, su interpretación física y su aplicación en una reacción de óxido-reducción en una pila comercial.

#### II. PROBLEMA

Determinar experimentalmente los potenciales termodinámicos ( $\cdot H^\circ_r$ ,  $\cdot S^\circ_r$  y  $\cdot G^\circ_r$ ) en el intervalo de temperatura de 283 a 313 K de la reacción de óxido-reducción que se efectúa en una pila comercial de óxido de plata-zinc ( $Ag_2O-Zn$ ) y explicar su interpretación física.

#### III. CUESTIONARIO PREVIO

1. ¿Qué es una reacción de óxido-reducción?
2. ¿Qué es una pila? ¿cuál es el principio de su funcionamiento y cuáles son las principales aplicaciones de la pila de óxido de plata -zinc??
3. ¿Cuál es la reacción de óxido-reducción que se lleva a cabo en una pila de óxido de plata-zinc?
4. ¿Qué es el potencial eléctrico?
5. ¿Qué es el trabajo eléctrico?
6. Escribir la ecuación que relaciona al trabajo eléctrico con el potencial eléctrico para una reacción de óxido-reducción.
7. Explicar la interpretación física de  $\Delta G^\circ$  cuando un proceso se lleva a cabo a presión y temperatura constante.
8. Investigar la interpretación física de  $\Delta H^\circ$ , y  $\Delta S^\circ$  cuando un proceso se lleva a cabo a presión constante.
9. ¿Cuál es la ecuación que relaciona  $\Delta G^\circ$  con  $\Delta H^\circ$ , y  $\Delta S^\circ$  a temperatura constante?
10. Explicar el criterio de espontaneidad y equilibrio asociado con  $\Delta G^\circ$  a presión y temperatura constante
11. Mencionar cuáles son los factores que afectan el signo de  $\Delta G^\circ$  en la ecuación que relaciona a  $\Delta G^\circ$  con  $\Delta H^\circ$ , y  $\Delta S^\circ$  a presión y temperatura constante

#### Riesgos Identificados

Tarea	Riesgos identificados	Nivel de riesgo	Medidas de control / Trabajo seguro
Calentar agua con resistencia eléctrica	Explosión de la resistencia por sobrecalentamiento Ebullición descontrolada del agua en el vaso de precipitados	BAJO	Se explica a los estudiantes con detalle, antes de la manipulación de la resistencia la manera más segura de hacerlo (Introducir la resistencia al agua y luego conectar, no retirar la resistencia del agua mientras este conectada)

	Quemadura con agua hirviendo  Quemaduras en cara y ojos con restos de la resistencia en caso de explosión de esta.		La temperatura solicitada para llevar a cabo el experimento se encuentra por debajo de la temperatura de ebullición.  Se solicita que los estudiantes y profesores porten bata y lentes de seguridad.
Manipulación del matraz que contiene aceite de Nujol	Intoxicación por aspiración del aceite de Nujol.	BAJO	El matraz se entrega cerrado con un tapón de hule para que los estudiantes no tengan contacto con el aceite. En caso de ser necesario se pide que se usen guantes.

#### IV. REACTIVOS Y MATERIALES

1 pila de Ag<sub>2</sub>O – Zn de 1.55 V  
 Aceite de Nujol (en matraz Erlenmeyer)  
 Água  
 Hielo

1 multímetro digital con resolución $\pm 1 \times 10^{-4}$ V	1 agitador de vidrio
1 vaso de precipitados de 1000 mL	1 una resistencia eléctrica de tallo corto
1 placa para agitación magnética.	1 matraz Erlenmeyer de 250 mL
1 barra magnética	

Equipo para el experimento que consiste en:

1 tapón de hule del No. 5 bihoradado  
 1 Portapilas  
 2 cables de conexión de banana (negro y rojo)  
 1 termómetro digital con resolución  $\pm 0.1^\circ\text{C}$

Este equipo se entrega armado y se recomienda no remover el tapón para asegurar que el aceite de nujol no se contamine,

#### V. DISEÑO EXPERIMENTAL

**Encender el termómetro digital para verificar que la lectura sea en °C.**

**2. Verter en el vaso de precipitados 800 mL de agua y calentar con la resistencia hasta 70 °C (sumergir la resistencia antes de conectarla).**

3. Dejar únicamente 300 mL de agua en el vaso, sumergir el matraz y asegurarse de que no se mueva. Revisar que el agua cubra el aceite de Nujol, en caso de que no lo haga agregar un poco más de agua.
4. Colocar el sistema en una placa para agitación magnética (dejar en agitación constante).
5. Dejar enfriar el matraz dentro del vaso y a partir de 50 °C realizar mediciones de la temperatura y voltaje cada 5 minutos.
6. Una vez que la temperatura se encuentra alrededor de 30 °C comenzar a agregar paulatinamente hielo al vaso de precipitados para obtener temperaturas más bajas, hasta alrededor de 10 °C. Considerar que para asegurar que el sistema se encuentra en equilibrio la rapidez de descenso de la temperatura debe de estar por debajo de 1 °C/min.
7. Una vez que la temperatura sea de alrededor de 10 °C, registrar la última medición.
8. Parar la agitación, retirar el matraz del vaso de precipitados.
9. Restaurar los equipos al estado en el cual fueron recibidos. No retirar el tapón del matraz en ningún momento del experimento.

## VI. DATOS, CÁLCULOS Y RESULTADOS

1. Registrar en la tabla 1 los datos experimentales de temperatura ( $t/^\circ\text{C}$ ) (en el intervalo de 40 a 10°C) y el correspondiente potencial eléctrico estándar de la reacción ( $E^\circ / \text{Volts}$ ).

### Condiciones de trabajo:

Presión ambiental: \_\_\_\_\_ Temperatura ambiental: \_\_\_\_\_

Composición de la pila: \_\_\_\_\_ Número de serie: \_\_\_\_\_

Marca: \_\_\_\_\_

**Tabla 1.**Datos experimentales y calculados

$t / (^\circ\text{C})$	$T / (\text{K})$	$E^\circ / (\text{V})$	$W_{\text{elec}} / (\text{J})$	$\Delta G^\circ / (\text{J})$

### 2. Algoritmo de cálculo.

- a) Escribir la ecuación química que se lleva a cabo en la pila.
- b) Escribir la relación entre el trabajo eléctrico ( $W_{\text{elec}}$ ) y potencial eléctrico ( $E^\circ$ ) (por mol) en una celda

electroquímica.

c) Explicar cómo se calcula la cantidad de trabajo eléctrico (Welec) en Joules que realiza una celda

electroquímica.

d) Escribir la relación del cambio de la energía de Gibbs con el cambio de la entalpía y entropía para

un sistema reaccionante (por mol).

e) Explicar cómo se calcula  $\Delta G^\circ_r$ ,  $\Delta H^\circ_r$  y  $\Delta S^\circ_r$  a partir de valores molares de formación en condiciones

estándar para un sistema reaccionante.

## VII. ELABORACIÓN DE GRÁFICOS

a) Con los datos reportados en la tabla 1, trazar la gráfica  $\Delta G^\circ / (J)$  vs  $T / (K)$

## VIII. ANÁLISIS DE RESULTADOS

1. ¿Cuáles son las propiedades que cambian durante el experimento?

2. ¿Qué propiedades no cambian durante el experimento?

3. Calcular el trabajo eléctrico de la reacción y cuál es su interpretación.

4. Para el experimento, calcular el  $\Delta G^\circ$  de la reacción a cada temperatura

5. Con base a los resultados experimentales (Gráfica 1). ¿Qué comportamiento presenta la relación entre  $\Delta G^\circ_r$  y  $T$ ?

6. Determinar la pendiente y la ordenada al origen a partir de la ecuación obtenida de la Gráfica 1.

Explicar su interpretación física.

7. A partir de datos reportados en la literatura para cada especie química que participa en la reacción redox dentro de la pila, calcular  $\Delta H^\circ_{mf}$  y  $S^\circ_m$  y compara estos valores con los datos obtenidos experimentalmente. Determinar el % de error encada caso. Anotar los resultados en la

Tabla 2. Potenciales termodinámicos experimentales (en el intervalo de temperatura estudiados) y teóricos (298K).

Propiedad	Experimental	Teóroco (298K)	% de Error
$\Delta H^\circ_f / (J/mol)$			
$\Delta S^\circ_f / (J/mol)$			

## IX. Conclusiones

## X. Manejo de Residuos

---

Residuo	Cantidad	Riesgo	Forma de disposición

## XI. Bibliografía

- Hernández S. G. (2008) Potenciales Termodinámicos, Depto. de Fisicoquímica, UNAM.  
<http://depa.fquim.unam.mx/fisiquim/cinetica.htm>
- Chang, R. (2008). Fisicoquímica, 3<sup>a</sup> ed. McGraw Hill, México, p. 165-171, 356-357.
- Smith M.J. and Vicent. C.A., (1989) J. Chem. Educ. 66, 2, p. 529-531.
- Smith M.J. and Vicent. C.A., (1989) J. Chem. Educ. 66, 8, 683-687.
- Manual de uso del multímetro. (2004), Fluker, Serie 80, Everett, WA, USA, p 9-14.
-