

DETERMINACIÓN DE LOS COMPLEJOS DE COBALTO POR ESPECTROMETRÍA

DETERMINATION OF THE COBALT COMPLEXES BY SPECTROMETRY

Gerardo Ortiz Rodríguez
Ma. Martha Sandoval Arreola
Francisco Hernández Mendoza
Earving Arciga Duran
Vianey Torres Acosta

RESUMEN

En el presente trabajo se determinaron las concentraciones de los complejos de Cobalto, presentes en una solución 0.1M $\text{CoCl}_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ y HCl concentrado, haciendo uso de técnicas de espectrometría en el rango de luz visible, obteniendo curvas de calibración y relaciones estequiométricas para la determinación de los complejos $\text{Co} \cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ y CoCl_4^{2-} en solución.

INTRODUCCIÓN

La espectrometría es un método analítico que utiliza los efectos de la interacción de las radiaciones electromagnéticas con la materia para medir la absorción o la transmisión de luz por las sustancias. Los métodos espectroscópicos de análisis se basan en la medida de la radiación electromagnética emitida o absorbida por la materia. El método de absorción está basado en la disminución de la potencia de la radiación electromagnética como consecuencia de la absorción que se produce en su interacción con el soluto.

En el presente trabajo se utilizó un espectrofotómetro Spectronic 21, que trabaja en el rango de la luz visible aprovechando el método de absorción para la determinación de las concentraciones de los complejos de cobalto presentes en la solución de 20 ml 0.1M $\text{CoCl}_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ con 10 ml de HCl concentrado, en este trabajo se presenta una metodología práctica para comprender los efectos del equilibrio químico en soluciones.

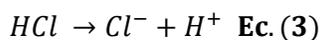
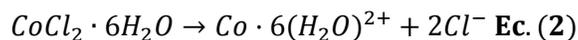
JUSTIFICACION

Cuando se estudia el equilibrio químico es frecuente encontrar la formación de los complejos de cobalto como el ejemplo más sencillo en el desplazamiento de una reacción química con la alteración de una de las variables, en el caso de esta reacción la temperatura, pero también es escasa la información sobre esta reacción. Esta redacción muestra el uso de la espectrometría y conocimientos básicos de estequiometría para la fácil comprensión del cambio de equilibrio de esta compleja reacción bajo la alteración de la temperatura, para tener una mejor visión de lo que ocurre con las concentraciones en equilibrio de los diferentes complejos formados cuando existe una variación en la temperatura.

METODOLOGIA

Los complejos de cobalto formados en una solución de $\text{CoCl}_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ con HCl son $\text{Co} \cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ y CoCl_4^{2-} como sugiere la **Ec.(1)**. Las **ec (2)** y **(3)** muestran el mecanismo de ionización que sufren las especies en solución. Los complejos formados muestran físicamente un color en específico, el color

rosado se encuentra presente en el complejo $\text{Co}\cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$, mientras que el color azul se muestra cuando el complejo CoCl_4^{2-} está presente. Para que exista este cambio de tonalidades de rosa a azul, debe aplicarse energía al sistema, lo que genera que el equilibrio químico se desplace hacia la producción de CoCl_4^{2-} y al momento de enfriarse volverá a la tonalidad rosa. Sin embargo, esto no quiere decir que al encontrarse totalmente rosa no existe algún complejo CoCl_4^{2-} en la solución, sino que la solución se encuentra en un equilibrio entre los complejos $\text{Co}\cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ y CoCl_4^{2-} . Para determinar las concentraciones de estos complejos en el estado de equilibrio se obtuvieron curvas de calibración con una solución de 6 ml de H_2O con un aumento gradual de 0.2 g de $\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ midiendo la absorbancia a 480 nm y otra curva con una solución de 4 ml de H_2O , 2 ml de HCl concentrado y un aumento gradual de 0.1 g de $\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ midiendo su absorbancia a 690 nm. Finalmente se preparó una solución de 20 ml 0.1M $\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ con 10 ml de HCl concentrado, a la cual se le tomó la absorbancia a 480 nm y 690 nm, para posteriormente utilizar las curvas de calibración previamente obtenidas y determinar la concentración de los complejos $\text{Co}\cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ y CoCl_4^{2-} presentes.



DISCUSION DE RESULTADOS

De las curvas de calibración fue obtenida, para cada una de ellas, una ecuación cuadrática por medio de un ajuste por mínimos cuadrados, estas ecuaciones fueron de ayuda en los cálculos posteriores para la obtención de las cantidades de cada complejo presente en la solución.

La solución de 20 ml 0.1M $\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$ con 10 ml de HCl concentrado, tuvo una absorbancia de 0.29 en una longitud de onda de 480 nm a 27 °C, resolviendo la ecuación cuadrática de la curva de calibración de la **Fig. 1**, se obtiene una cantidad de 0.1143 g de $\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$, por lo tanto de la relación estequiométrica de la **Ec. (2)**, sabiendo que $\text{PM}_{\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})} = 237.8392 \text{ g/mol}$ y $\text{PM}_{\text{Co}\cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}} = 166.9332 \text{ g/mol}$, se obtienen 0.1142 g del complejo $\text{Co}\cdot 6(\text{H}_2\text{O})^{2+}$ en la solución a 27 °C.

Tabla 1. Datos para curva de calibración a 480 nm y 27°C, en 6ml de H_2O

$\text{CoCl}_2\cdot 6(\text{H}_2\text{O})$, g	Absorbancia
0.2	0.52
0.4	0.95
0.6	1.3
0.8	1.5
1	1.6

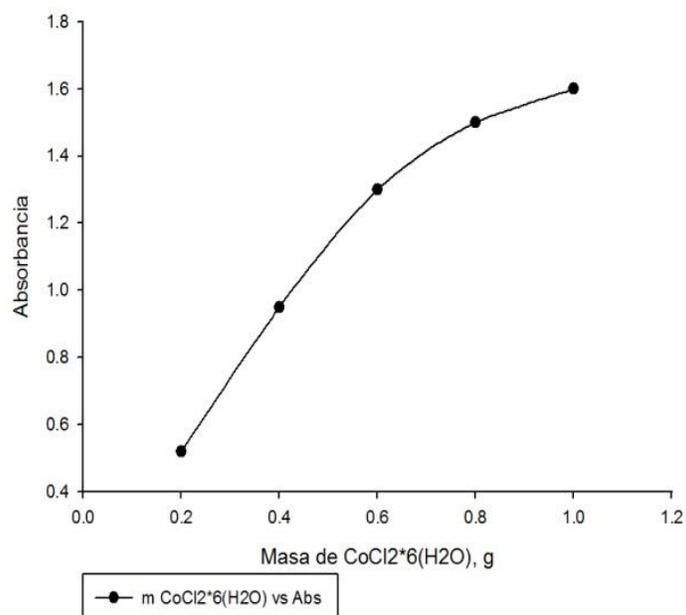


Fig. 1. Curva de calibración a 480nm, con ecuación: $y = -1.4464x^2 + 3.0907x - 0.044$

Una alícuota de esta misma solución a 60 °C mostró una absorbancia de 0.08 a 480 nm, resolviendo nuevamente la ecuación cuadrática de la curva de calibración de la **Fig. 1**, se obtiene 0.0409g de CoCl₂·6(H₂O), por lo tanto de la relación estequiométrica de la **Ec. (2)**, se puede determinar que existen 0.0287 g del complejo Co·6(H₂O)²⁺ en la solución a 60°C.

Tabla 2. Datos para curva de calibración a 690 nm y 27°C, en una solución de 4ml H₂O y 2 ml HCl.

CoCl ₂ ·6(H ₂ O), g	Absorbancia
0.1023	0.45
0.2029	0.09
0.302	0.185
0.4051	0.24
0.5118	0.31
0.6118	0.413
0.7123	0.559
0.8145	0.68
0.9195	0.85

1.02 1.02

1.1226 1.2

1.2241 1.4

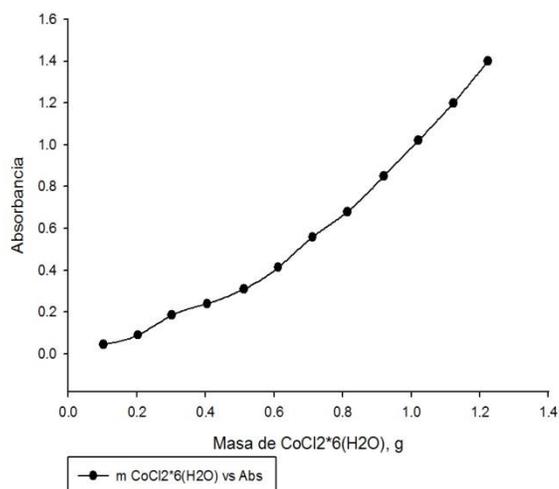


Fig. 2. Curva de calibración a 690 nm, con ecuación: $y = 0.758x^2 + 0.1946x + 0.0269$

La misma alícuota a 27°C tuvo una absorción de 0.21 a 690 nm, resolviendo la ecuación cuadrática de la curva de calibración de la **Fig. 1**, se obtiene 0.3796 g de CoCl₂·6(H₂O), por lo tanto de la relación estequiométrica de la **Ec. (2)**, se obtiene 0.2664 g de Co·6(H₂O)²⁺, y utilizando este valor con la relación estequiométrica de la **Ec. (1)**, tomando en cuenta que $PM_{CoCl_4^{2-}} = 200.7452$ g/mol, se obtiene que existen 0.3204 g de complejo CoCl₄²⁻ en la solución a 27 °C. Este tipo de análisis y relaciones ayudan a comprender mejor qué es lo que sucede con el desplazamiento del equilibrio químico en la solución cuando aumenta y decrece la temperatura.

CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

Se ha demostrado en una manera práctica y sencilla, la manera en que se puede determinar las concentraciones de los complejos de cobalto que intervienen en esta reacción reversible, observando el cambio de vire del color de la solución y poniendo en práctica los conocimientos para el cálculo de concentraciones de un fenómeno de equilibrio químico en una reacción reversible que cambia con el aumento de temperatura, utilizando bases de espectrometría y estequiometría para la fácil comprensión del fenómeno de desplazamiento de concentraciones en una reacción reversible.

BIBLIOGRAFÍA

Charles G. Hill (1977). *An Introduction to Chemical Engineering Kinetics and Reactor Design*. John Wiley & Sons, Inc.

R. Chang, (2010). 10^{ma} Ed. *Química*. McGraw-Hill.

Smith, J.M. (1991). *Chemical Engineering Kinetics*. CECSA.