

Sección 12: Educación en Química

FENÓMENOS QUÍMICOS EN CONTEXTO. PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA LA OBTENCIÓN DE COMPUESTOS TERMOCRÓMICOS.

Laura B. Brizuela¹, Sandra A. Hernández^{2,4}, Mariana Alvarez^{3,4}

¹Alumna del Profesorado en Química de la UNS.

²Gabinete de Didáctica de la Química, Departamento de Química, Universidad Nacional del Sur, Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina.

³Área Inorgánica, Departamento de Química, UNS.

⁴Instituto de Química del Sur (INQUISUR / CONICET- UNS)

shernand@criba.edu.ar

Introducción

El termocromismo se define como la capacidad de una sustancia de cambiar de color, de manera reversible o irreversible, con la temperatura. Se conocen muchos compuestos con propiedades termocrómicas y aunque en todos ellos el termocromismo surge como consecuencia de una reorganización a nivel atómico/molecular, esta puede ocurrir a través de diferentes mecanismos que incluyen cambios en la geometría, transiciones de fase, equilibrio entre estructuras cristalinas distintas o simplemente un cambio en el número de moléculas de disolvente en la esfera de coordinación.

Algunos ejemplos en donde se ven cotidianamente materiales termocrómicos son: las tazas que indican la temperatura de la infusión que la contienen; los juguetes que cambian su color si se los coloca en agua fría o caliente; el “anillo del humor”, que al colocar el pulgar sobre el material cambia de color según la temperatura corporal de la persona que lo lleva puesto y se considera un indicador del estado emocional.

La propuesta presentada fue elaborada en el marco de la asignatura Prácticas de Química Inorgánicas cursada por estudiantes de Licenciatura y Profesorado en Química de la Universidad Nacional del Sur la cual plantea la realización de un Laboratorio Especial, denominado así por la cátedra, en el cual los estudiantes deben proponer prácticas de laboratorio de acuerdo a la consigan recibida y a los conceptos aprendidos a lo largo del trayecto de cursado. En este caso se trabajó en las propiedades, preparación y posibles aplicaciones de compuestos termocrómicos.

Discusión

La etilendiamina (en), $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$, es un ligando bidentado que forma complejos muy estables con Co(III) . En este trabajo se presenta el termocromismo del complejo hexacoordinado de $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]\text{Cl}$ debido a un cambio de temperatura que a su vez produce un cambio en la geometría del complejo.

El complejo en estudio contiene dos moléculas del agente quelante bidentado, etilendiamina, unido por los nitrógenos y dos átomos de cloro que permiten la posibilidad de generar los isómeros geométricos *cis* y *trans* (Figura 1).

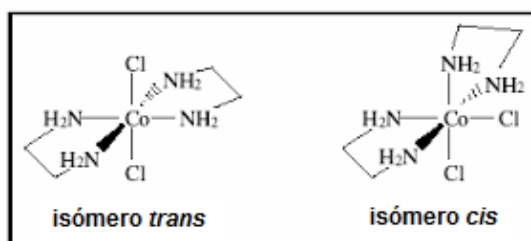


Figura 1.
Isómeros geométricos del complejo $[\text{Co}(\text{en})_2\text{Cl}_2]$

Como muestra la Figura 2, en el isómero *trans* los dos grupos etilendiamina están en el plano mientras que los cloros están perpendiculares a este plano y separados entre sí por un ángulo de 180 °.

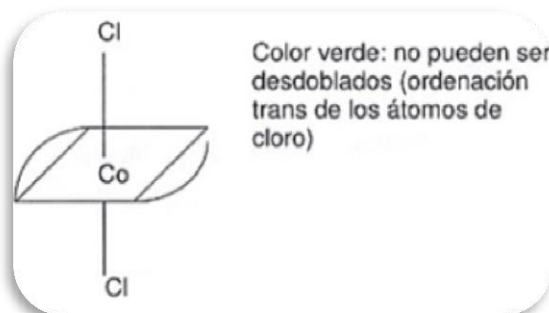


Figura 2. Complejo *trans*-diclorobis(etilendiamina)cobalto(III)

Por el contrario, en la isómero *cis* (Figura 3), los átomos de cloro están localizados en posiciones de coordinación adyacentes posibilitando dos configuraciones enantioméricas para el complejo, las cuales forman mezclas racémicas durante la síntesis.

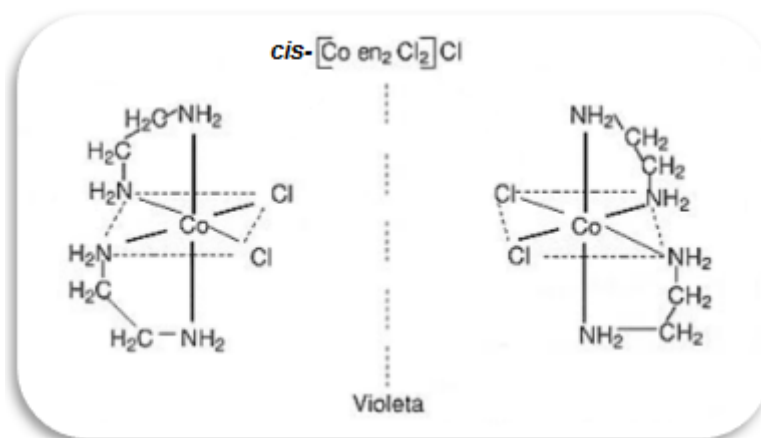


Figura 3. Isómeros ópticos del ion complejo *cis*-diclorobis(etilendiamina)cobalto(III)

Propuesta experimental

En una primera instancia, se propone la preparación de la sal clorada el ión *trans*-diclorobis(etilendiamina)cobalto(III). A partir de una disolución de etilendiamina y cloruro de cobalto (II) hexahidratado y posterior oxidación, se obtiene el complejo hexacoordinado de color verde.

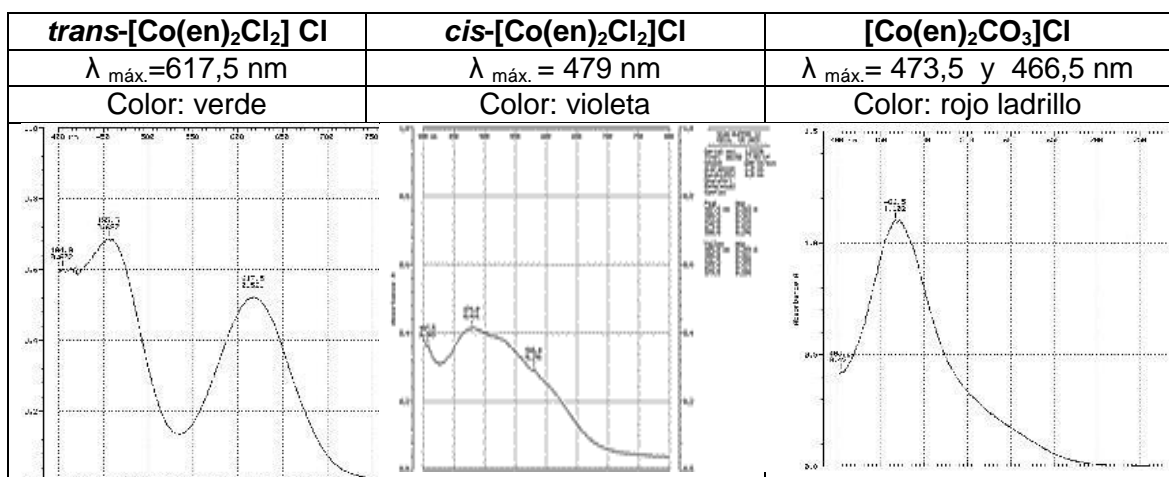
Luego, este isómero geométrico *trans*, se disuelve en agua caliente a 90°C y se evapora a sequedad en baño maría. Se repite este proceso y se filtra la sal lavando con agua helada obteniéndose un polvo de color violeta intenso, correspondiente al compuesto *cis*-[Co(en)₂Cl₂]⁺Cl⁻

Por último se propone la preparación del cloruro de carbonato bis(etilendiamina)cobalto (III). Nuevamente, a partir del compuesto *trans*-[Co(en)₂Cl₂]⁺Cl⁻ color verde, se forma una solución que al ser calentada a 90 °C, cambia su coloración a azul-púrpura, debido a la hidrólisis del cloroacuocloruro. Si al líquido caliente se le agrega carbonato de sodio anhidro se produce un intercambio de ligando obteniéndose el complejo de coordinación de color rojo [Co(en)₂CO₃]⁺Cl⁻.

Colores y espectros electrónicos de absorción

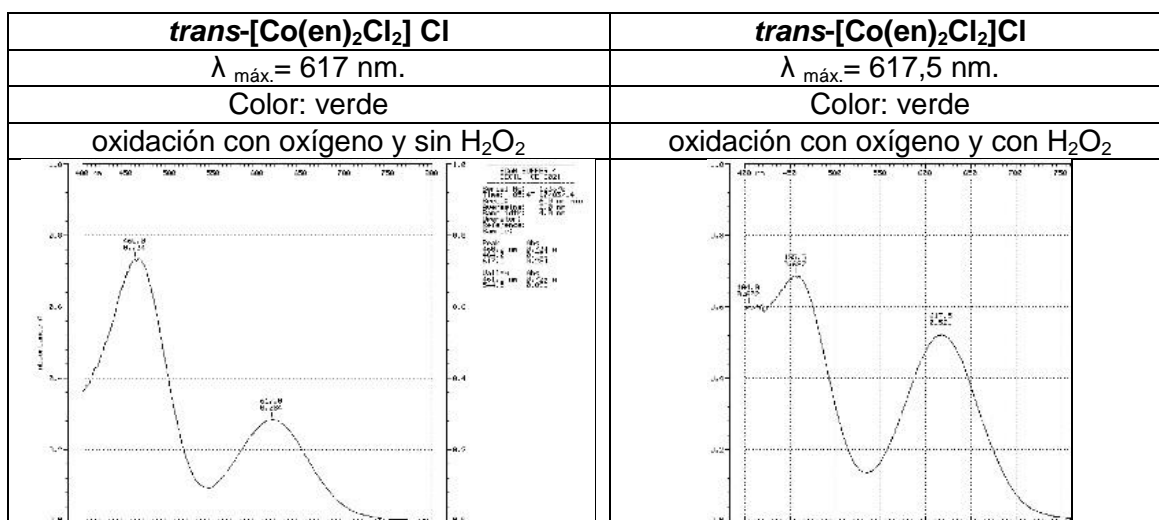
El color es una propiedad distintiva de los compuestos de coordinación de los metales de transición; la presencia de una subcapa d parcialmente llena en el metal es necesaria para que un complejo muestre color.

Los espectros de absorción muestran las longitudes de onda (λ) absorbidas por el ión metálico con diferentes ligandos. El color depende del tipo de ligando y el desdoblamiento energético de los orbitales d.



De los espectros de absorción se deduce que en el espectro del *cis*-[Co(en)₂Cl₂]Cl se observa mayor energía que en el complejo *trans*-[Co(en)₂Cl₂]Cl. Por otra parte, se evidencia que a mayor λ , hay un menor desdoblamiento de campo por ligando el débil cloruro. Al sustituir el ligando por carbonato, λ es menor y la energía de desdoblamiento es mayor; esto se debe a que el carbonato es ligando de campo fuerte.

En la etapa de oxidación que incluye la obtención del *trans*-[Co(en)₂Cl₂]Cl se realizaron dos pruebas. Una fue realizar la oxidación con oxígeno y sin H₂O₂ (gráfica izquierda) y otra utilizando oxígeno y H₂O₂ (gráfica derecha).



Se puede apreciar que en el obtenido con peróxido hay menos impurezas.

XXXI Congreso Argentino de Química

25 al 28 de Octubre de 2016 Asociación Química Argentina

Sánchez de Bustamante 1749 – Ciudad de Buenos Aires – Argentina

The Journal of The Argentine Chemical Society Vol. 103 (1-2) January – December 2016 ISSN: 1852 -1207

Anales de la Asociación Química Argentina AAQAE 095 - 196

Conclusiones

Consideramos que la propuesta experimental para la obtención de compuestos termocrómicos cumple satisfactoriamente con los objetivos deseados por la cátedra respecto a la síntesis, caracterización y posibles aplicaciones de compuestos termocrómicos permitiéndoles a los estudiantes la revisión de conceptos referidos a los complejos de coordinación. Resulta una práctica motivadora por lo accesible de su ejecución y la rápida caracterización visual de la estructura obtenida.

Bibliografía

- [1] Schlessinger, G. (1965). *Preparación de compuestos inorgánicos en el laboratorio*. CECSA: México.
- [2] Lavabre, D.; Micheau, J.; Levy, G. (1988) Comparison of thermochromic equilibria of Co(II) and Ni(II) complexes, *Journal of Chemical Education* pp. 274-277.
- [3] White, M. A.; Bourque, A. (2016) Colorant, Thermochromic. *Encyclopedia of Color Science and Technology*. pp 463-474