

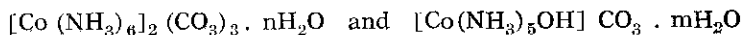
## Contribución al estudio del carbonato de hexamino cobalto III y el carbonato de hidroxopentamino cobalto III, aplicando las técnicas de A. T. D. e I. R.

J. CASTILLO, Z. N. PROZAROVSKAYA E I. V. ARJANGLISKI

*Dpto. de Química General, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba y Cátedra de Química Inorgánica, Universidad Estatal de Moscú.*

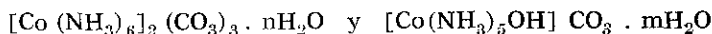
*Recibido: 14 de Abril de 1976*

**ABSTRACT.** The present paper is concerned with the thermic behavior and some structural characteristics of cobalt compounds of the following compositions:



The activation energies and the reaction order of the dehydration and thermic decomposition processes for both products were calculated. The IR spectra support the presence of the OH group in the inter coordination sphere of Cobalt in the second complex, and the consequent structural perturbation agrees with the fact that the value obtained for the activation energy of the decomposition process of the first compound (36,3 Kcal mol<sup>-1</sup>) was considerably bigger than that found for the second (21,7 Kcal mol<sup>-1</sup>).

**RESUMEN.** El presente trabajo trata de la conducta térmica y particularidades estructurales de los compuestos de Cobalto de la siguiente composición:

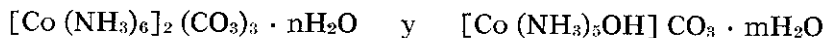


Se calcularon las energías de activación y el orden de reacción de los procesos de deshidratación y descomposición térmica para ambos productos. Los espectros infrarrojos apoyan la presencia del grupo OH en la esfera de coordinación interna del cobalto en el segundo complejo, y la consiguiente perturbación estructural concuerda con que el valor obtenido para la energía de activación del proceso de descomposición del primer compuesto (36,3 Kcal mol<sup>-1</sup>), resulta considerablemente mayor que el encontrado para el segundo (21,7 Kcal mol<sup>-1</sup>).

## INTRODUCCION

El carbonato de hexamino cobalto (III) se obtuvo hace tiempo.<sup>1</sup> Se han descrito los espectros IR y algunos datos concernientes a su estabilidad térmica,<sup>2</sup> mientras tanto nunca se han descrito para el estado sólido, estas propiedades de los complejos en cuya esfera de coordinación, además de las moléculas de  $\text{NH}_3$  se encuentren grupos OH.

Con el presente trabajo hemos profundizado en el estudio de las particularidades estructurales y conducto térmico, de los complejos de cobalto de la siguiente composición:



a fin de ampliar la información científica sobre los mismos de forma tal que facilite el desarrollo de posteriores investigaciones en las cuales se utilizarán estos compuestos como punto de partida.

## MATERIALES Y METODOS

El carbonato de hexamino cobalto (III) y el carbonato de hidroxopentamino cobalto (III) se obtuvieron según Castillo y Gutiérrez<sup>3</sup> y en la Tabla I se dan los resultados de los análisis químicos correspondientes.

La conducta térmica se ha investigado por medio del DTG. Los derivatogramas se han tomado utilizando el derivatógrafo del sistema Paulik y Paulik OD-102. La velocidad de calentamiento fue de  $6^\circ/\text{minuto}$  y el peso de muestra entre 0,05 g y 0,06 g. Las sensibilidades con las que se trabajaron los diferentes gráficos en los derivatogramas fueron:  $S_{\text{DTG}} = 1/10$ ,  $S_{\text{DTA}} = 1/5$  y  $S_{\text{TG}} = 50 \text{ mg}$ .

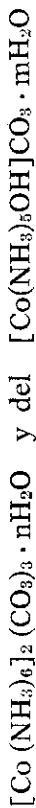
Los espectros IR de ambos compuestos, al igual que los de las muestras deshidratadas y deuteradas, se han registrado en los espectrómetros UR-20 y Perkin Elmer-457 en el intervalo de frecuencias de 250 a  $4000 \text{ cm}^{-1}$ . Los espectros se han tomado haciendo uso de las suspensiones en Nujol y hexaclorobutadieno. Las bandas de vibración se han analizado basándose en los datos de los trabajos de Micheline<sup>2</sup> y Nakamoto.<sup>4</sup>

TABLA I  
Análisis químico de la composición de los productos obtenidos

| Compuestos  | Teórico |                 |  |                  | Encontrado |                 |  |                  | No. de moles de H <sub>2</sub> O (n o m) |     |
|---|---------|-----------------|--|------------------|------------|-----------------|--|------------------|--|-----|
|   | %       |                 | No. de moles de H <sub>2</sub> O (n o m) |                  | %          |                 | No. de moles de H <sub>2</sub> O (n o m) |                  |  |     |
|   | Co      | NH <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>            | H <sub>2</sub> O | Co         | NH <sub>3</sub> | CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>            | H <sub>2</sub> O |  |     |
| [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · nH <sub>2</sub> O | 23,47   | 40,69           | 35,87                                    | 0                | 0          | 21,37           | 37-38                                    | 32,63            | 8,95                                     | 2,8 |
| [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> OH]CO <sub>3</sub> · mH <sub>2</sub> O                             | 26,66   | 38,51           | 27,15                                    | 0                | 0          | 24,59           | 34-36                                    | 24-76            | 7,75                                     | 1,0 |

TABLA II

Constantes cinéticas para la deshidratación y descomposición térmica, y valores relativos de los efectos térmicos para la descomposición del:



| Reacción   | Orden de reacción | E* (Kcal/mol) | Valores relativos de los efectos térmicos |
|--|-------------------|---------------|---|
| Deshidratación del [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · nH <sub>2</sub> O | 0,5               | 16,1 ± 2,0    | —   |
| Descomposición del [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>6</sub> ] <sub>2</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> · nH <sub>2</sub> O | 2,0               | 36,3 ± 1,8    | 3,1                                       |
| Deshidratación del [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> OH]CO <sub>3</sub> · mH <sub>2</sub> O                             | 0,5               | 14,7 ± 2,0    | —   |
| Descomposición del [Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> OH]CO <sub>3</sub> · mH <sub>2</sub> O                             | 1,5               | 21,7 ± 1,5    | 1,0                                       |

## RESULTADOS Y DISCUSION

*Estudio de las estabilidades térmicas*

Los complejos en cuestión son estables en condiciones atmosféricas, mas se descomponen bajo la acción del calor.

En los derivatogramas de ambos compuestos en condiciones atmosféricas se registra un efecto exotérmico complicado debido a la combustión de los productos de descomposición de los complejos, incluyendo la oxidación parcial del óxido de Co (II). Dicho efecto se encubre con el efecto endotérmico de la descomposición de ambos compuestos; por lo tanto en adelante, todos los derivatogramas se han tomado en corriente de  $N_2$ , ya que en estas condiciones el efecto exotérmico no se manifiesta. (Figs. 1 y 2).

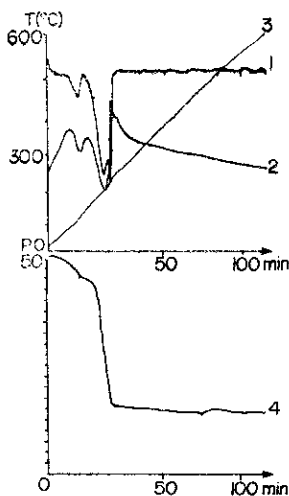


Fig. 1a

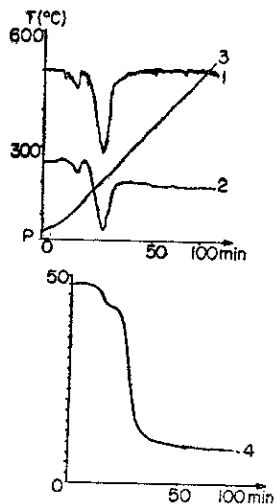


Fig. 1b

Fig. 1. Derivatogramas del  $[Co(NH_3)_6]_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$ . a. en corriente de aire. Peso de muestra: 50,5 mg. b. en corriente de  $N_2$ . Peso de muestra: 52,8 mg. Las curvas 1-4 para ambos derivatogramas son respectivamente las curvas DTG, DTA y TG.

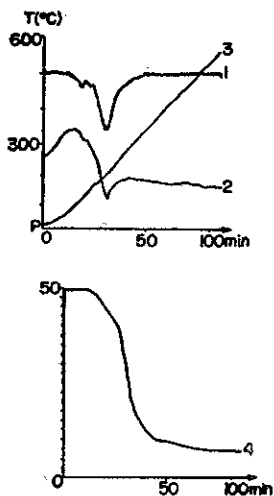


Fig. 2a

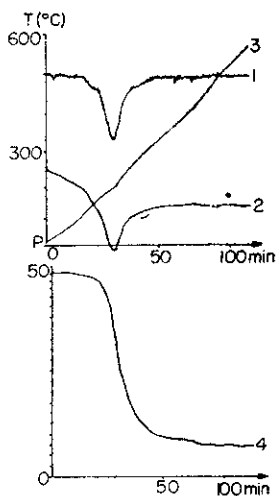


Fig. 2b

Fig. 2. Derivatogramas del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  en corriente de  $\text{N}_2$ .  
 a. Compuesto inicial. Peso de muestra: 58,5 mg. b. Deshidratado sobre  $\text{P}_2\text{O}_5$ .  
 Peso de muestra: 57,9 mg. Las curvas 1-4 para ambos derivatogramas son  
 respectivamente las curvas DTG, DTA, T y TG.

En atmósfera de  $\text{N}_2$  el proceso de descomposición del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ocurre en dos etapas, ambas endotérmicas. Según la magnitud de la pérdida de peso, la primera de éstas se debe al desprendimiento del  $\text{H}_2\text{O}$  que forma parte del compuesto ( $80\text{-}130^\circ\text{C}$ ) mientras que la segunda es debida a la descomposición del complejo en sí, formándose el  $\text{CoO}$ .

Además de los efectos mencionados, en el caso del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  el derivatograma revela un efecto adicional de pequeña magnitud ( $140\text{-}170^\circ\text{C}$ ) cuya naturaleza, probablemente esté ligada con el proceso del desprendimiento de una molécula de  $\text{H}_2\text{O}$  a partir de dos grupos  $\text{OH}$  del compuesto inicial con la formación consiguiente de un complejo binuclear.



La presente suposición concuerda con los datos del análisis químico del producto final (según la fórmula  $\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{-O-Co}(\text{NH}_3)_5(\text{Co}_3)_2$ , Co calculado: 27,83%; encontrado: 27,68%).

Para aclarar algunos aspectos cuantitativos de la deshidratación y descomposición de los complejos, fueron calculadas las energías de activación de dichos procesos y las magnitudes relativas de los efectos térmicos para las mismas.

El cálculo de las  $E^*$  y los parámetros del orden de reacción de los productos mencionados se ha llevado a cabo por medio de las ecuaciones de Harowitz-Metzger.<sup>6</sup>

$$\ln \left[ \frac{1 - (1 - \alpha)^{1-n}}{1 - n} \right] = \frac{E^* \theta}{RT_s^2} \quad (1)$$

donde:

$E^*$ : Energía de activación

$\alpha$ : pérdida de peso relativo

$n$ : orden formal de reacción ( $n \neq 1$ )

$T_s$ : temperatura correspondiente a la mayor velocidad de reacción según la curva DTG

$\theta$ :  $T_i - T_s$  siendo  $T_i$  la temperatura en un instante cualquiera del proceso

$R$ : Constante de los gases ideales.

Las magnitudes "n" se han determinado según lo expuesto en el trabajo de Harowitz y Metzger.<sup>6</sup>

Para los procesos en los cuales  $n = 1$  la ecuación (1) se convierte en:

$$\ln [\ln (1 - \alpha)] = \frac{E^* \theta}{RT_s^2}$$

La relación lineal  $\ln \left[ \frac{1 - (1 - \alpha)^{1-n}}{1 - n} \right]$  vs  $\theta$  para los casos cuando  $n \neq 1$

y la misma dependencia de  $\ln [\ln (1 - \alpha)]$  vs  $\theta$  cuando  $n = 1$  permite, teniendo en cuenta las tangentes de las rectas correspondientes, calcular las  $E^*$  del proceso mediante la siguiente fórmula:

$$\tan \beta = \frac{E^*}{RT_e^2}$$

Las Figs. 3 y 4 presentan las curvas de deshidratación y descomposición a partir de las cuales se han calculado las  $E^*$ .

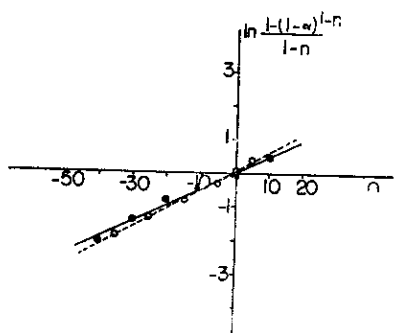


Fig. 3

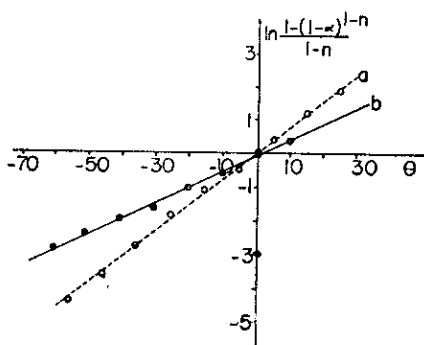


Fig. 4

Fig. 3. Curvas para el cálculo de la  $F^*$  del proceso de deshidratación.  
a.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . b.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$

Fig. 4. Curva para el cálculo de las  $E^*$  del proceso de descomposición.  
a.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . b.  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ .

El tratamiento de los datos experimentales se ha realizado utilizando el método de análisis de regresión,<sup>7</sup> el cual permitió evaluar los parámetros de la función al igual que los errores casuales en su determinación; el método ha sido aprovechado también para verificar el carácter lineal de la función. Los valores de  $E^*$  y  $n$  para los procesos considerados se han resumido en la Tabla II. Como se puede observar en esta tabla, los valores de las  $E^*$  para la deshidratación de ambos compuestos son aproximadamente iguales y de pequeña magnitud. Lo expuesto manifiesta la semejanza de los procesos de deshidratación en ambos casos y la función, como agua de cristalización, presente en el agua que forma parte de los compuestos.

Resultó de interés la comparación de las curvas cinéticas de descomposición de los compuestos iniciales y los deshidratados con  $P_2O_5$ . Estas curvas están representadas en las Figs. 5 y 6 para ambos compuestos en las coordenadas  $\alpha$  vs  $\frac{\Delta T_i}{\Delta T_{\alpha=0,5}}$  y  $\alpha$  vs  $\frac{\Delta T_i}{\Delta T_{\alpha=0,9}}$  siendo  $T_i$  la temperatura en un instante cualquiera y  $\Delta T_{\alpha=0,5}$  y  $\Delta T_{\alpha=0,9}$  las correspondientes temperaturas de semitransformación ( $\alpha=0,5$ ) y las transformaciones al 90% ( $\alpha=0,9$ ) respecto a la etapa mencionada. Con el objetivo de simplificar esta representación gráfica, se tomaron  $\Delta T_i$ ,  $\Delta T_{\alpha=0,5}$  y  $\Delta T_{\alpha=0,9}$  mediante la reducción de escala refiriendo como origen la menor temperatura que registró para nosotros la primera pérdida de peso en cuestión.

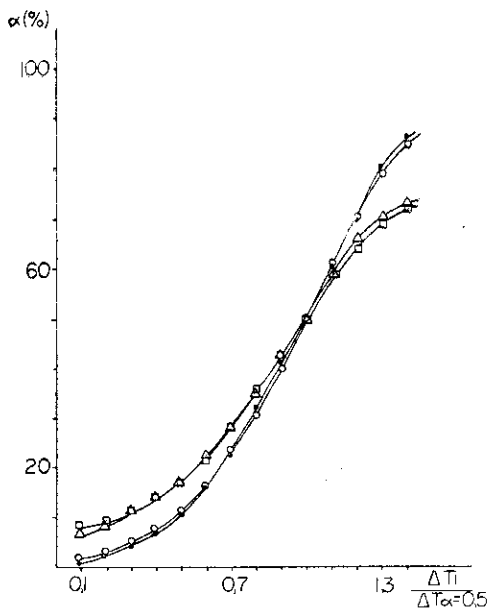


Fig. 5. Curvas cinéticas del proceso de descomposición para  $\alpha=0,5$ .

- $[Co(NH_3)_6]_2(CO_3)_3 \cdot nH_2O$
- $[Co(NH_3)_6]_2(CO_3)_3$  deshidratado sobre  $P_2O_5$
- △  $[Co(NH_3)_5OH]CO_3 \cdot mH_2O$
- $[Co(NH_3)_5OH]CO_3$  deshidratado sobre  $P_2O_5$

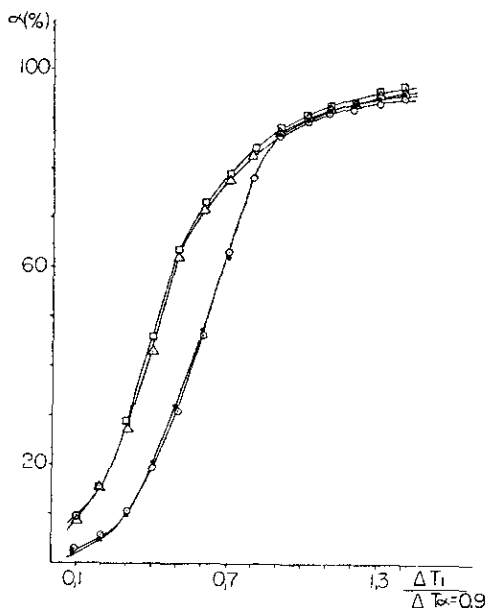


Fig. 6. Curvas cinéticas del proceso de descomposición para  $\alpha = 0,9$ .

- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3$  deshidratado sobre  $\text{P}_2\text{O}_5$
- △  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$
- $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3$  deshidratado sobre  $\text{P}_2\text{O}_5$

El análisis de estas curvas cinéticas revela la casi identidad de la descomposición de los productos iniciales y deshidratados con  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Por consiguiente la eliminación del  $\text{H}_2\text{O}$  de cristalización no influye, a todo parecer, en la estructura química de los compuestos iniciales y que es esta estructura determinante de su mayor o menor estabilidad térmica. Por lo tanto los cálculos de las  $E^*$  se han realizado teniendo en cuenta los derivatogramas paralelos de ambos productos.

Como se expresa en la Tabla II, la energía de activación para la descomposición del hidroxocomplejo es inferior a la del mismo proceso para el caso del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Eso significa que la sustitución de una molécula de  $\text{NH}_3$  por un grupo  $\text{OH}$  en la esfera de coordinación

interna del Co disminuye la estabilidad térmica del complejo, lo que provoca a su vez el incremento en la velocidad de descomposición para este compuesto. Lo mismo se confirma al considerar los valores relativos de los efectos térmicos de ambos procesos.

### Por espectroscopia IR

Estudio de los compuestos  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  y  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ .

Los espectros de estos compuestos (Fig. 7) contienen todas las vibraciones características de las moléculas de  $\text{NH}_3$  coordinadas y del anión  $\text{CO}_3^{2-}$ . Las vibraciones principales, en cuya base se puede juzgar sobre las particularidades estructurales de esos compuestos, se han resumido en la Tabla III.

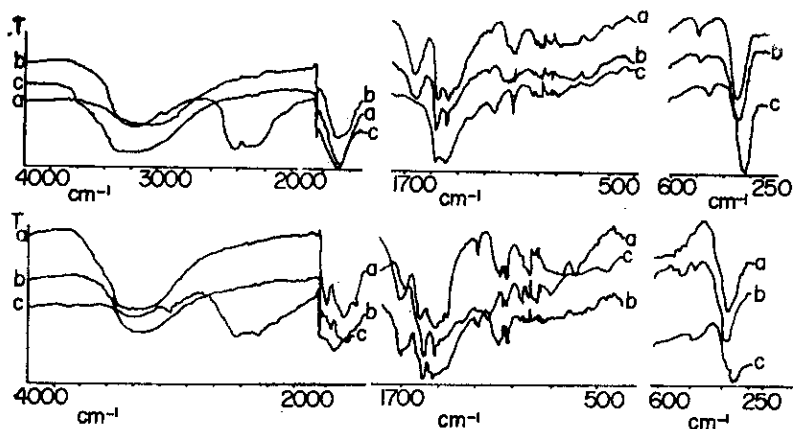


Fig. 7. Espectro IR del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  (arriba) y del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  (debajo). Las curvas a, b y c, para ambos casos corresponden: a. compuestos iniciales. b. secado con  $\text{P}_2\text{O}_5$ . c. deuterados y secados con  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Esta técnica ha resultado la más fructífera para evidenciar el grupo OH en la esfera de coordinaciones del segundo complejo, ya que la determinación química directa de este grupo no parece posible. La comparación de los espectros IR del compuesto inicial con los del deuterado, revela dos bandas, las cuales pueden atribuirse a las vibraciones deformativas

del enlace Co—OH. Estas bandas aparecen a  $\approx 1050$  y  $\approx 900$   $\text{cm}^{-1}$  en las muestras sin deuterar, mientras que en las muestras deuteradas aparecen a  $\approx 750$   $\text{cm}^{-1}$  y  $675$   $\text{cm}^{-1}$ , respectivamente. Un fenómeno similar no se manifiesta en los espectros del complejo hexamino. Para una atribución decisiva, de cuál de las dos bandas ( $1050$  ó  $900$   $\text{cm}^{-1}$ ) corresponde a la vibración  $\delta$  del enlace Co—OH, son precisos estudios más pormenorizados. Sin embargo, según Nakamoto,<sup>4</sup> nos parece más probable que la banda en cuestión sea la de  $900$   $\text{cm}^{-1}$ , presente en los espectros de ambos compuestos, la que puede atribuirse a las vibraciones de libración del  $\text{H}_2\text{O}$ . En los espectros de muestras deuteradas estas últimas se revelan, por lo general con poca claridad debido a anchas bandas vecinas. La banda más fuerte a  $\approx 675$   $\text{cm}^{-1}$  en el caso de la muestra deuterada (complejo pentamino) puede resultar de la resonancia más intensa entre las vibraciones libracionales del  $\text{D}_2\text{O}$  y  $\nu_4\text{CO}_3^{2-}$ .

Los espectros de las muestras deuteradas permitieron lograr más exactitud y determinan la posición de la vibración de deformación simétrica de las moléculas  $\text{NH}_3$  ( $\delta_s\text{NH}_3$ ) lo que puede servir de criterio respecto a la estabilidad del enlace Co—N<sup>v</sup>. En los espectros de los compuestos iniciales estas vibraciones forman un hombro en una vibración más compleja debido a las vibraciones del anión  $\text{CO}_3^{2-}$  ( $\rho_3\text{CO}_3^{2-} \sim 1440$   $\text{cm}^{-1}$ ).

El hecho de que las vibraciones  $\delta_s\text{NH}_3$  para  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  ( $1390$ ; al deutar aparece a  $1030$ ) se encuentran en regiones más altas que las del  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  ( $1330$ ; al deutar aparece a  $980$ ), demuestra que la introducción del grupo  $\text{OH}^-$  en la esfera de coordinación del Co provoca en el caso del segundo complejo el debilitamiento del enlace Co—N.<sup>5</sup>

A nuestro entender las vibraciones a  $350$  y  $495$   $\text{cm}^{-1}$  en el caso del primer complejo, se deben con toda probabilidad a dos vibraciones del octaedro triplemente degeneradas. Para el hidroxocomplejo a  $460$   $\text{cm}^{-1}$  se observa un desdoblamiento en tres componentes al igual que la presencia de la vibración asimétrica fuerte a  $335$   $\text{cm}^{-1}$ , que puede interpretarse como resultado de la disminución del grado de simetría del poliedro de coordinación del cobalto; tal resulta atribuible a la introducción del grupo  $\text{OH}^-$ .

Por esta misma razón hacen su aparición las bandas alrededor de los  $500$   $\text{cm}^{-1}$  características a todo parecer de la vibración totalmente simétrica del enlace Me—N (las cuales son prohibidas para los espectros IR

TABLA III

Máximos de las vibraciones básicas ( $\text{cm}^{-1}$ ) para el  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  y para el  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$  y para las muestras deshidratadas y deuteradas

| $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3$ secado con $\text{P}_2\text{O}_5$ | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]_2(\text{CO}_3)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ deuterado | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3$ secado con $\text{P}_2\text{O}_5$ | $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{OH}]\text{CO}_3 \cdot m\text{H}_2\text{O}$ deuterado | Tipo de banda                                |
|---|---|---|--|--|--|--|
| 350   | 350   | 325   | 335  | 335  | 310  | $\delta$ N-Co-N                              |
| 415, 450, 500   | 495, 570, 590   | 415, 450, 575   | 415, 445, 465  | 415, 465, 495  | 415, 440, 565  | $\nu$ Co-N                                   |
| 575   | —   | —   | 500, 520, 540, 580   | 515, 540, 580,   | —  | (+ $\nu$ Co-O en el caso del pentamino)      |
| —   | —   | 460   | —  | —  | 460  | $\rho_t\text{ND}_3$                          |
| 630   | 630   | —   | 630  | 630  | —  | $\rho_t\text{ND}_3$                          |
| —   | —   | —   | —  | —  | 675  | Puede ser libración ( $\text{D}_2\text{O}$ ) |
| 685   | 685   | 690   | 710  | 710  | 690  | $\nu_4\text{CO}_3^{2-}$                      |
| —   | —   | —   | —  | —  | 750  | $\delta$ Co-OD                               |
| —   | —   | —   | —  | 840-885  | 840-885  | $\nu_2\text{CO}_3^{2-}$                      |
| 870   | 870   | 875   | 840-885  | 895  | —  | libración del $\text{H}_2\text{O}$           |
| 900   | 900   | —   | 895  | —  | 980  | $\delta_s\text{ND}_3$                        |
| —   | —   | 1030  | —  | 1050   | —  | $\delta$ Co-OH                               |
| —   | —   | —   | 1050   | 1330   | —  | $\delta_s\text{NH}_3$                        |
| 1385  | 1390  | —   | 1330   | 1460   | 1460   | $\nu_3\text{CO}_3^{2-}$                      |
| 1460  | 1455  | 1460  | 1460   | —  | —  | —  |
| 1630  | 1630  | —   | -630   | 1630   | —  | $\delta_d\text{NH}_3$                        |
| 3100-3300   | 3100-3300   | 2100-2440   | 3100-3300  | 3050-3290  | 2220-2500  | $\nu\text{NH}_3, \nu\text{OH}$               |

en el caso de la configuración octaédrica de máxima simetría) en las que toman parte también las vibraciones correspondientes al enlace Co-O. El mencionado desplazamiento de estas bandas hacia zonas de menor energía demuestra también el debilitamiento del enlace Me-N.

### CONCLUSIONES

El estudio de los complejos por análisis térmico diferencial y espectroscopia infrarroja, indica que la introducción de un grupo OH<sup>-</sup> en la esfera de coordinación del hexamino cobaltado, debilita los enlaces Co-N.

Al mismo tiempo se evidencia, a nuestro parecer según las curvas cinéticas, que el agua de cristalización no es factor determinante para la conducta térmica de los complejos estudiados.

### REFERENCIAS

1. Mellor's Comprehensive Treatise on Inorganic and Theroretical Chemistry. London and Willey, New York, 1961.
2. MICHELINE VILTANGE. *Mikrochim, Ichmoanal. Acta* 2-4, 461, 1964.
3. CASTILLO J. Y GUTIÉRREZ J. *Revista Cenic, Ciencias Físicas*, en publicación.
4. NAKAMOTO K. *Infrakrasnie Spectri Neorganicheskij y Koordinatsionnij Soedinenij* Izd. vo Mir, Moskva, 1966.
5. GRIGORIEV A. I., POGODELOVA E. G. *ZH. Struct Jimii*, 10, 49, 1969.
6. HAROWITZ H., METZGER G. *Anal. Chem.*, 10, 1964, 1963.
7. SPIRIDONOV V. P., LOPATKIN A. A. *Matematicheskaya Obrabotka Fisico Jimicheskij Dannij*, Izd vo M.G.U., 1970.
8. SHKARIN A. V., TOPOR N. D., ZHABROVA G. N. *Zh. Fisich. Jimii*, 12, 2832, 1968.