

PURIFICACIÓN DE SULFATO DE COBRE INDUSTRIAL

Cynthia Fernandez - cyntuche@hotmail.com

Objetivos:

- Familiarizarse con técnicas y materiales de laboratorio.
- Determinar impurezas en el sulfato de cobre industrial y purificarlo.
- Adquirir los conceptos básicos que nos permitan comprender lo realizado en la práctica.

Fundamento del método de purificación:

El ion Fe^{2+} es de tamaño parecido al ión Cu^{2+} , y por esta razón puede ocupar su lugar en la red cristalina del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$. El objetivo entonces es oxidar el Fe^{2+} a Fe^{3+} mediante una reacción redox. El ion obtenido es de un tamaño menor al original, y por lo tanto no puede ocupar el lugar del Cu^{2+} en la red cristalina. De esta manera, no habrá iones Fe^{2+} formando los cristales.

Las otras impurezas que se detectan en el sulfato de cobre industrial son de mayor tamaño y además insolubles en agua; es por esto que recurrimos a la filtración como método de purificación.

A. Reconocimiento de impurezas insolubles y solubles en la muestra y en los cristales purificados.

A.1. Operaciones realizadas:

1) Disolución en agua / HCl y filtración:

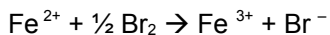


Disolución: obtención de una solución líquida de color celeste oscuro.

Dicha solución no se modificó cualitativamente con el agregado de HCl y el filtrado.

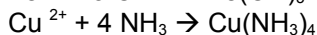
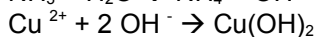
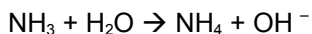
Aparición de pequeñas partículas en el papel de filtro.

2) Agregado de agua de bromo al filtrado de la operación anterior:



No se observaron cambios en el aspecto de la solución.

3) Agregado de amoníaco a la solución resultante:



Por el agregado de amoníaco a la solución se observa que el color va cambiando a azul intenso y en el fondo del tubo de ensayos comienza a aparecer un precipitado sólido de color celeste y, por encima de aquél, un precipitado color pardo.

Luego, por redisolución del $\text{Cu}(\text{OH})_2$, desaparecen los precipitados obteniéndose una única fase (la solución de color azul intenso).

4) Filtración y lavado del sistema resultante en 3):

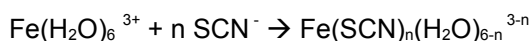
Como consecuencia de la filtración se obtiene una solución de color azul intenso y el filtro queda de dos colores: pardo y azul. Se lava el filtro con unas gotas de NH_3 hasta eliminar los restos de solución que le daban el tono azul.

5) Redisolución del precipitado retenido en el filtro en 4):



Luego del lavado con HCl (en otro tubo de ensayos), se obtiene una solución color pardo/amarillo.

6) Agregado de tiocianato de potasio al filtrado resultante en 5):



La solución toma un color rojo intenso.

A.2. Observaciones:

Como resultado de esta parte del experimento, podemos concluir que el sulfato de cobre industrial tiene impurezas.

Corroboramos la presencia de hierro en la muestra y de impurezas insolubles, aunque estas se encontraron en pequeñas cantidades y de muy pequeño tamaño.

B. Purificación de sulfato de cobre industrial.

Resultados obtenidos:

Masa de muestra impura, m_1 (g)	$(50,06 \pm 0,01)$ g
Masa de sulfato de cobre pentahidratado cristalizado, m_2 (g)	$(26,07 \pm 0,02)$ g
Masa de solución (aguas madres) (g)	$(63,79 \pm 0,02)$ g
Temperatura de las aguas madres ($^{\circ}\text{C}$)	(28 ± 2) $^{\circ}\text{C}$
Masa de sulfato de cobre disuelto (como $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), m_3 (g) *	17,24 g
Rendimiento de cristalización, $m_2 \cdot 100/m_1$	$(52,08 \pm 0,05)$ %
Rendimiento total $(m_2 + m_3) \cdot 100/m_1$	$(86,52 \pm 0,05)$ %

* La tabla de solubilidad del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ nos fue brindada por un ayudante de otro turno de laboratorio.

C. Prueba de verificación de pureza

No fue realizada en clase.

D. Conclusiones

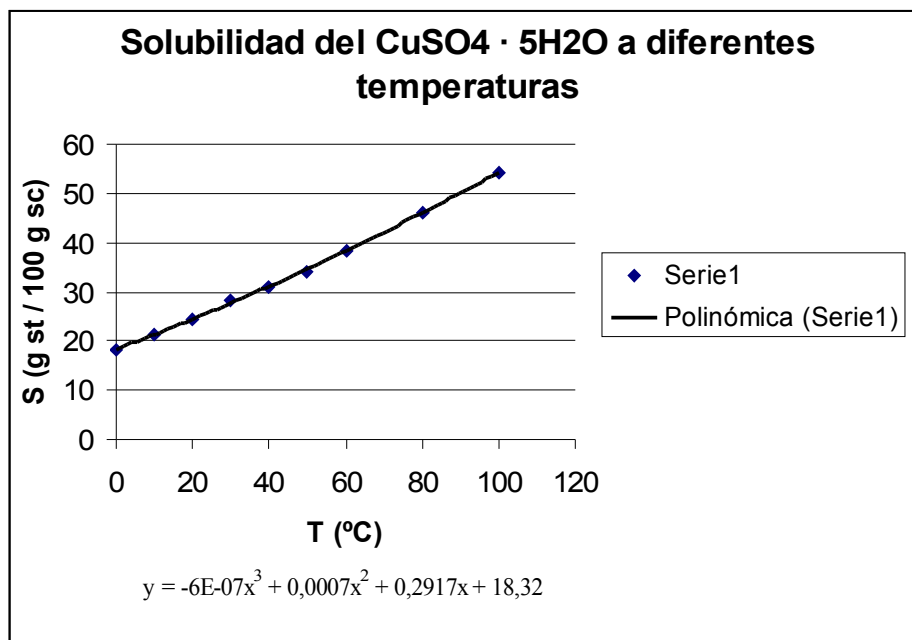
Si bien no hemos realizado la parte de verificación de la purificación, estamos en condiciones de afirmar que parte del hierro y de las impurezas insolubles han sido eliminadas.

Por otro lado, en lo que a rendimiento se refiere, podemos concluir en que el método no nos permite una elevada conservación de la masa inicial (en forma de cristales) del compuesto ya que una parte importante de ésta se va perdiendo en los sucesivos pasos del experimento y otra queda disuelta en las aguas madres. De todos modos, si tomamos como referente al rendimiento total, que nos da por encima del 85%, no es tan grande la cantidad de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ que se ha perdido.

Apéndice

Tabla de solubilidad del $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ a diferentes temperaturas

T (°C)	S (g $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ /100 g de solución)
0	18,2
10	21,41
20	24,46
30	28,11
40	30,83
50	34,25
60	38,48
80	46,25
100	54,12



Cálculo de incertezas

- Incerteza de la masa de sulfato de cobre pentahidratado cristalizado (m_2):

$$m_2 = m_{\text{vidrio+sulfato}} - m_{\text{vidrio}}$$
$$m_2 = 67,37 \text{ g} - 41,30 \text{ g}$$

$$m_2 = 26,07 \text{ g}$$

$$\epsilon_{m2} = \epsilon_{m_{v+s}} + \epsilon_{m_v}$$

$$\epsilon_{m2} = 0,01 \text{ g} + 0,01 \text{ g}$$

$$\epsilon_{m2} = 0,02 \text{ g}$$

- Incerteza de la masa de solución (aguas madres):

$$m_s = m_{\text{probeta+solución}} - m_{\text{probeta}}$$

$$m_s = 130,83 \text{ g} - 67,04 \text{ g}$$

$$m_s = 63,79 \text{ g}$$

$$\epsilon_{ms} = \epsilon_{m_{p+s}} + \epsilon_{m_p}$$

$$\epsilon_{ms} = 0,01 \text{ g} + 0,01 \text{ g}$$

$$\epsilon_{ms} = 0,02 \text{ g}$$

- Incerteza del rendimiento de cristalización:

$$e_{rR} = e_{r_{m1}} + e_{r_{m2}}$$

$$e_{r_{m1}} = \epsilon_{m1} / m_1$$

$$e_{r_{m1}} = 0,01 \text{ g} / 50,06 \text{ g}$$

$$e_{r_{m1}} = 2,00 \cdot 10^{-4}$$

$$e_{r_{m2}} = \epsilon_{m2} / m_2$$

$$e_{r_{m2}} = 0,02 \text{ g} / 26,07 \text{ g}$$

$$e_{r_{m2}} = 7,67 \cdot 10^{-4}$$

$$e_{rR} = 2,00 \cdot 10^{-4} + 7,67 \cdot 10^{-4}$$

$$e_{rR} = 9,67 \cdot 10^{-4}$$

$$\epsilon_R = e_{rR} \cdot R$$

$$\epsilon_R = 9,67 \cdot 10^{-4} \cdot 52,08 \% = 0,05 \%$$

$$\epsilon_R = 0,05 \%$$

- Incerteza del rendimiento total

La incerteza del rendimiento total es igual a la del rendimiento de cristalización puesto que no hemos considerado para su cálculo la incerteza de la masa de sulfato de cobre disuelto (m_3).

Cálculo de la masa de sulfato de cobre disuelto (como $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), m_3

Mediante el gráfico de solubilidad en función de temperatura para el $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, obtuvimos la fórmula de un polinomio que relaciona directamente las dos variables antes mencionadas:

$$Y = -6 \cdot 10^{-7} X^3 + 0,0007 X^2 + 0,2917 X + 18,32$$

donde Y representa a la solubilidad (en g st / 100 g sc) y X la temperatura en °C. Entonces, reemplazando X por 28 °C (la temperatura obtenida experimentalmente para las aguas madres), nos queda:

$$Y = -6 \cdot 10^{-7} 28^3 + 0,0007 28^2 + 0,2917 28 + 18,32$$
$$Y = 27,02$$

En 100 g sc \rightarrow 27,02 g st

En 63,79 g sc \rightarrow X = 17,24 g st

Cynthia Fernandez - cyntuche@hotmail.com