

## OBTENCIÓN DE CRISTALES DE SULFATO DE COBRE PENTAHIDRATADO ( $\text{Cu SO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ )

Autor: Francisco José Salinas Jiménez

**Resumen:** Se realiza una actividad de cristalización de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) a partir de una solución en medio acuoso. Tras obtener un cristal inicial, se realiza un proceso sistemático de aumento de tamaño de éste, llegando a un ejemplar de 7 cm de longitud.

**Abstract:** Crystallization activity copper sulfate pentahydrate ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) is performed from a solution in aqueous media. After obtaining an initial crystal, a systematic process of enlargement is done; finally a crystal with 7 cm in length is obtained.

### 1. Introducción

El objetivo de este trabajo es el diseño de un procedimiento de obtención y posterior crecimiento de un cristal de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) a partir de una solución en medio acuoso, utilizando medios disponibles en una cocina casera.

El sulfato de cobre pentahidratado es la forma hidratada del sulfato de cobre. Aparece en cristales azules, solubles en agua y metanol y ligeramente solubles en etanol y glicerina. Su forma anhidra ( $\text{CuSO}_4$ ) es un polvo verde o gris-blanco pálido, mientras que la forma hidratada ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) es azul brillante. Para esta actividad utilizaremos esta última.

En estado natural se presenta como un mineral llamado calcantita. Sus características físicas se resumen en la siguiente tabla.

Dureza:	2,5 (Mohs)	Brillo:	vítreo, translucido
Peso específico:	2,1 - 2,3	Exfoliación:	irregular
Color:	azul	Hábito cristalino:	laminar
Color de la raya:	blanca	Sistema cristalino:	triclínico

Tiene numerosas aplicaciones, siendo la más conocida como alguicida en el tratamiento de aguas. Es habitual en supermercados en la época veraniega, para tratamiento de piscinas domésticas, comercializado en forma de disolución acuosa de color azul intenso.

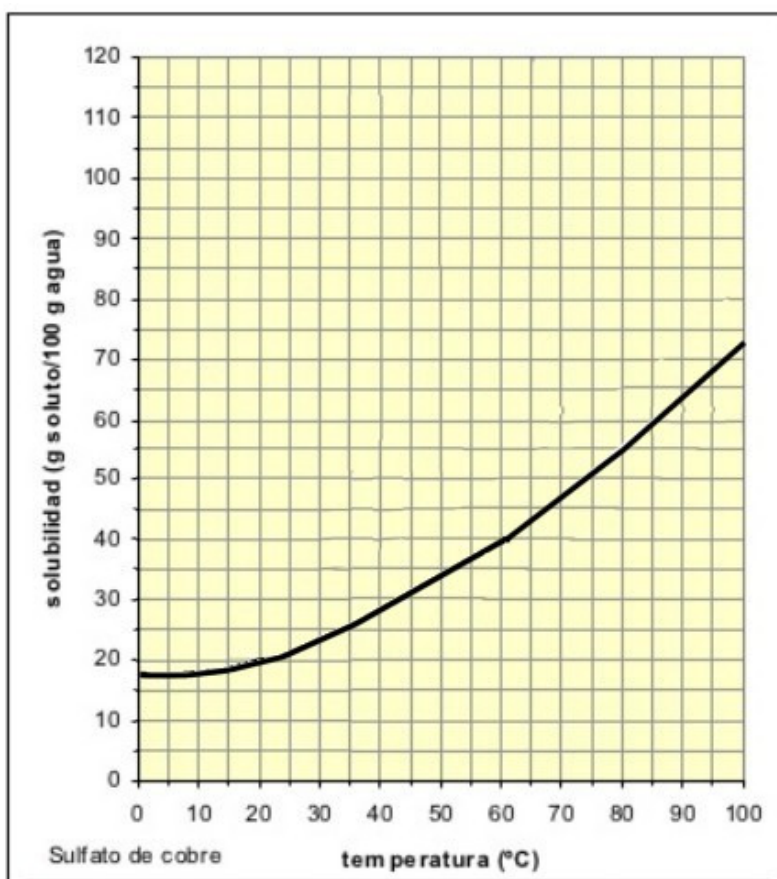
El sulfato de cobre pentahidratado es un sustancia tóxica. Se adjunta como anexo la Ficha Internacional de Seguridad Química para esta sustancia. No es aconsejable el contacto prolongado con la solución, debiendo utilizarse guantes de goma, o lavarse

las manos inmediatamente después del contacto. Asimismo, no debe permitirse la ebullición de la solución ni la aspiración prolongada de los vapores producidos.

Su solubilidad en agua destilada, a distintas temperaturas, para presión normal, es la siguiente:

10° C	17 g/100 cm <sup>3</sup>
20° C	21 g/100 cm <sup>3</sup>
30° C	25 g/100 cm <sup>3</sup>
40° C	29 g/100 cm <sup>3</sup>
50° C	33 g/100 cm <sup>3</sup>
60° C	40 g/100 cm <sup>3</sup>
70° C	47 g/100 cm <sup>3</sup>
80° C	55 g/100 cm <sup>3</sup>
90° C	64 g/100 cm <sup>3</sup>
100° C	75 g/100 cm <sup>3</sup>

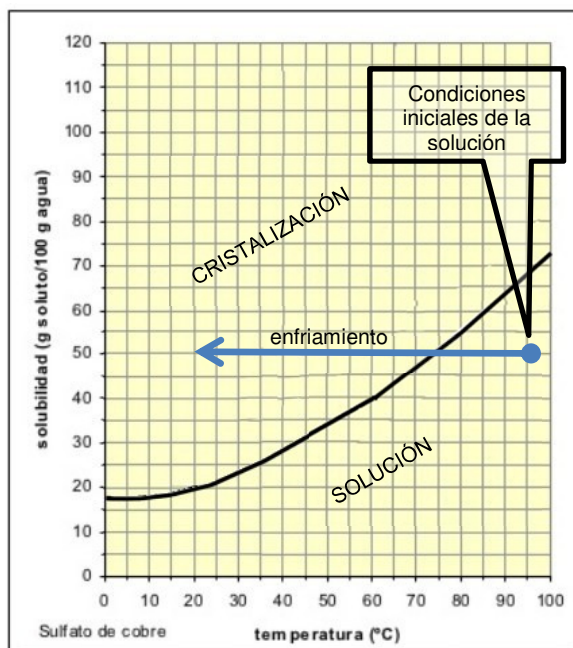
Su curva de solubilidad es la siguiente.



## 2. Planteamiento teórico de la actividad

Para obtener cristales de sulfato de cobre pentahidratado, y su posterior recrecimiento, hemos de partir de una solución próxima a condiciones de saturación, a fin de que podamos conseguir condiciones de cristalización fácilmente.

Dichas condiciones de cristalización se conseguirían mediante enfriamiento de la solución o mediante reducción de la cantidad de agua por evaporación, con ambos itinerarios cortaríamos la curva de solubilidad antes citada. Optamos por la primera por ser más rápida y controlable que el proceso de evaporación.



No obstante, es interesante que el proceso de enfriamiento se realice lentamente a fin de obtener cristales de mayor tamaño.

Una vez obtenido un primer cristal, que actuará como núcleo del proceso, éste se repetirá sucesivamente, volviendo a calentar la solución y disolviendo el resto de los precipitados de sulfato de cobre pentahidratado en las paredes y fondo del vaso utilizado, y suspendiendo el cristal núcleo dentro de la solución, para que crezca libremente en todas direcciones y una vez la solución llegue a saturación.

### 3. Metodología

En primer lugar, ha de obtenerse una solución saturada de sulfato de cobre. Para ello disponemos del siguiente material:

- 50 g de sulfato de cobre pentahidratado en polvo
- Agua destilada o de mineralización pobre. Para la actividad realizada, se utilizó agua de la red pública del Canal de Isabel II de Madrid.
- Recipiente aforado para medida
- Papel filtro
- Cubeta
- Agitador
- Vaso para precipitación, apto para calentamiento en horno microondas
- Copa alargada para precipitación, apta para calentamiento en horno microondas
- Horno microondas
- Objeto alargado y ligero (v.g. un lapicero) e hilo resistente, para construcción del soporte.



1. : Material utilizado en la actividad

En primer lugar se procedió a medir  $100\text{ cm}^3$  de agua. Esta cantidad de agua a temperaturas próximas a los  $100\text{ }^\circ\text{C}$  es suficiente para disolver los  $50\text{ g}$  de sulfato de cobre pentahidratado, de acuerdo con la curva de solubilidad anterior.

Por consiguiente, se procedió a calentar los  $100\text{ cm}^3$  de agua hasta ebullición mediante el horno microondas. Es importante detener el calentamiento cuando se inicia la ebullición, a fin de no disminuir significativamente el volumen de líquido, esto es fácilmente controlable en un horno microondas.



2. : Calentamiento hasta ebullición en horno microondas

A continuación, se disolvió progresivamente la totalidad del sulfato de cobre pentahidratado en polvo, con ayuda del agitador.



3. : Proceso de disolución

Una vez disueltos los 50 g de sulfato de cobre pentahidratado, se realizó un filtrado de la solución, para eliminar posible impurezas.



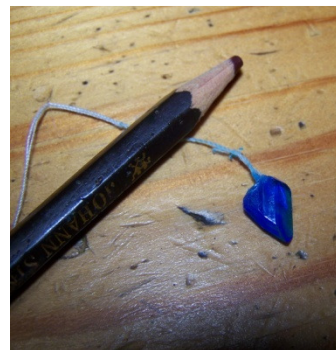
4. : Filtrado de la solución, mediante papel filtro

Seguidamente se procedió a elaborar un soporte de cristalización mediante un lapicero e hilo resistente, como se muestra a continuación. Tras mojar el hilo en la solución y adherirle algunos granos de sulfato de cobre pentahidratado, se suspendió en la solución



5. : Elaboración del soporte y suspensión del hilo en la solución

El recipiente se colocó próximo a una fuente de calor, en este caso un radiador doméstico, para conseguir que el enfriamiento fuese lento. Al día siguiente, se obtuvo un tapizado de cristales de sulfato de cobre pentahidratado en el fondo del recipiente. Uno de ellos se encontraba adherido al hilo. Este cristal se utilizará como núcleo del proceso de crecimiento.



6. : Obtención del cristal inicial

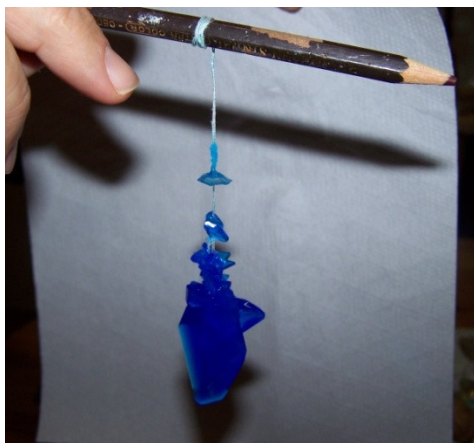
Se procedió a llevar de nuevo a inicio de ebullición la solución restante, calentándola en el horno microondas, y con ayuda del agitador se disolvieron todos los cristales restantes. Tras esto volvió a suspenderse el cristal núcleo en la solución, cuidando de que esta ya estuviese saturada por enfriamiento, a fin de que no se disolviese el cristal núcleo.

Tras este proceso, el cristal creció hasta que sus dimensiones alcanzaban la lámina superficial de la solución en el vaso. Por esta razón se buscó un recipiente alargado, en este caso una copa de cava de plástico.



7. : Cristal obtenido tras dos ciclos de cristalización y suspensión del mismo en un recipiente alargado

Se repitió este proceso por tres veces más, obteniendo sucesivos crecimientos del cristal.



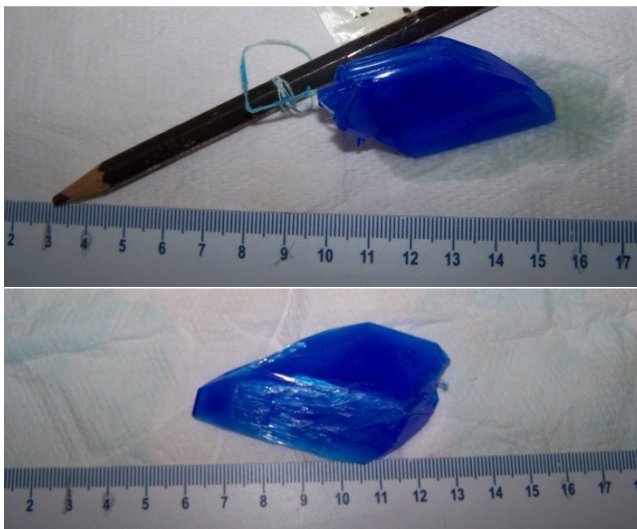
8. : Cristal obtenido tras tres ciclos de cristalización y nueva puesta en suspensión del mismo en solución saturada

En cada proceso, se eliminaban los cristales menores que crecían en el hilo, los cuales eran añadidos y disueltos en la solución, previo nuevo calentamiento de la misma. En esta fase, al ser el cristal ya de cierto tamaño, no tiene importancia si la solución no está saturada en el momento de suspenderlo, ya que no se disuelve fácilmente.

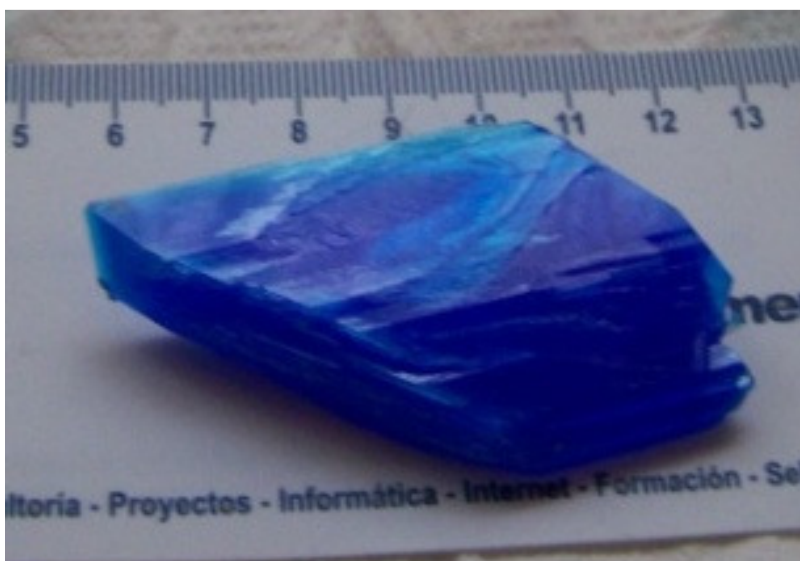


9. : Cristal obtenido tras cuatro ciclos de cristalización

Tras cinco ciclos de cristalización, se llegó a un cristal de 7 cm de longitud. El crecimiento del cristal por ciclo ha sido de entre 1 y 1,5 cm.



10. : Comparación del cristal obtenido, tras el cuarto ciclo (5,5 cm) y tras el quinto ciclo (7 cm) de cristalización



11. : Cristal tras el proceso completo de crecimiento

#### 4. Conclusiones

- Para la obtención de cristales de sulfato de cobre pentahidratado ha de partirse de una solución saturada de sulfato de cobre. Para ello ha de consultarse su curva de solubilidad para adecuar la cantidad de soluto y de disolvente.
- La primera cristalización se produce fundamentalmente en el fondo del recipiente, por lo que es conveniente que el hilo suspendido introducido en la solución alcance el fondo, a fin de que quede atrapado por alguno de los cristales.
- Tras cada ciclo de cristalización es necesario separar y volver a disolver todos los cristales y precipitados secundarios formados, a fin de mantener la solución en condiciones de saturación. Para ello, es necesario volver a calentar la solución hasta el inicio de la ebullición.
- Para el mejor crecimiento del cristal es necesario disponer de un recipiente estrecho y alargado, que permita suspenderlo totalmente sumergido si tener que disponer de cantidad adicional de solución.

#### 5. Bibliografía

Barrio Pérez, J.; Andrés Cabrerizo, D. M.; Antón Bozal, J. L. (2008): **Física y Química 1º Bachillerato**. EDITEX

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2003): **Fichas Internacionales de Seguridad Química. ICSC 1416. SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)**. CE, IPCS.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato\\_de\\_cobre\\_%28II%29](http://es.wikipedia.org/wiki/Sulfato_de_cobre_%28II%29) [02/01/14]

<http://www.slideshare.net/antogarciap/solubilidad-y-concentracin> [02/01/14]



# ANEXO 1



## Fichas Internacionales de Seguridad Química

### SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)

ICSC: 1416

						
Sal de cobre (II) pentahidratado del ácido sulfúrico $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ Masa molecular: 249.7						
N° CAS 7758-99-8 N° RTECS GL8900000 N° ICSC 1416 N° CE 029-004-00-0						

TIPOS DE PELIGRO/ EXPOSICION	PELIGROS/ SINTOMAS AGUDOS	PREVENCION	PRIMEROS AUXILIOS/ LUCHA CONTRA INCENDIOS
<b>INCENDIO</b>	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno: están permitidos todos los agentes extintores.
<b>EXPLOSION</b>			
<b>EXPOSICION</b>		¡EVITAR LA DISPERSION DEL POLVO!	
• <b>INHALACION</b>	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
• <b>PIEL</b>	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Aclarar la piel con agua abundante o ducharse.
• <b>OJOS</b>	Enrojecimiento. Dolor. Visión borrosa.	Pantalla facial, o protección ocular combinada con la protección respiratoria.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
• <b>INGESTION</b>	Dolor abdominal. Sensación de quemazón. Diarrea. Náuseas. Shock o colapso. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo. Lavarse las manos antes de comer.	NO provocar el vómito. Dar a beber agua abundante. Proporcionar asistencia médica.

DERRAMES Y FUGAS	ALMACENAMIENTO	ENVASADO Y ETIQUETADO
Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. (Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas).	Bien cerrado.	NU (transporte): No clasificado. CE: símbolo Xn símbolo N R: 22-36/38-50/53 S: 2-22-60-61
		 

VEASE AL DORSO INFORMACION IMPORTANTE

ICSC: 1416

Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2003

## Fichas Internacionales de Seguridad Química

### SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)

ICSC: 1416

<b>D A T O S  I M P O R T A N T E S</b>	<p><b>ESTADO FISICO; ASPECTO</b> Sólido azul en diversas formas.</p> <p><b>PELIGROS QUIMICOS</b> La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre. La disolución en agua es un ácido débil. Ataca a muchos metales en presencia de agua.</p> <p><b>LIMITES DE EXPOSICION</b> TLV (como cobre): 1 mg/m<sup>3</sup> (como TWA) (ACGIH 2003). MAK (como cobre): 0.1 (I) mg/m<sup>3</sup>; Categoría de limitación de pico: II(2); Riesgo para el embarazo: grupo D (DFG 2004)</p>	<p><b>VIAS DE EXPOSICION</b> La sustancia se puede absorber por inhalación del aerosol y por ingestión.</p> <p><b>RIESGO DE INHALACION</b> La evaporación a 20°C es despreciable; sin embargo, se puede alcanzar rápidamente una concentración nociva de partículas en el aire al dispersar, especialmente en estado de polvo.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION DE CORTA DURACION</b> La sustancia irrita severamente los ojos y la piel. El aerosol irrita el tracto respiratorio. Corrosivo por ingestión. Si se ingiere, la sustancia puede causar efectos en sangre, hígado y riñón, dando lugar a anemia hemolítica, disfunción renal y hepática.</p> <p><b>EFFECTOS DE EXPOSICION PROLONGADA O REPETIDA</b> Los pulmones pueden resultar afectados por la exposición prolongada o repetida del aerosol. La sustancia puede afectar al hígado, cuando se ingiere.</p>
	<p><b>PROPIEDADES FISICAS</b></p> <p>Punto de fusión (se descompone): 110°C Densidad: 2.3 g/cm<sup>3</sup></p> <p>Solubilidad en agua, g/100 ml a 0°C: 31.7</p>	
<p><b>DATOS AMBIENTALES</b></p> <p>La sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. En la cadena alimentaria referida a los seres humanos tiene lugar bioacumulación, por ejemplo en peces. Se aconseja firmemente impedir que el producto químico se incorpore al ambiente.</p>		
<b>NOTAS</b>		
Se indica el punto de fusión aparente originado por pérdida del agua de cristalización.		
<b>INFORMACION ADICIONAL</b>		
Los valores LEP pueden consultarse en línea en la siguiente dirección: <a href="http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm">http://www.mtas.es/insht/practice/vlas.htm</a>		Última revisión IPCS: 2001 Traducción al español y actualización de valores límite y etiquetado: 2003
<b>ICSC: 1416</b>		<b>SULFATO DE COBRE (II) (Pentahidratado)</b>
© CE, IPCS, 2003		
<b>NOTA LEGAL IMPORTANTE:</b>	Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.	