

硫酸銅再深究

高小組化學科第三名

台北市西松國民小學

作者：吳明芳、蘇采薇

指導教師：張玉青、楊文媛

一、研究動機

六年級上學期，老師曾給我們做過硫酸銅的沈澱，對它的模樣，我們一直不能忘懷，所以透過資料的搜集與實驗，以及老師的指導，對硫酸銅做深入探索與研究。

二、研究目的

- (一)硫酸銅的觀察。
- (二)硫酸銅有多少結晶水。
- (三)硫酸銅的溶解量。
- (四)那些變因會影響硫酸銅的沈澱。
- (五)硫酸銅的污染。
- (六)硫酸銅的利用與回收。

三、研究設備器材

- (一)器材：量筒、塑膠杯、天平、酒精燈、三角架、小陶碗、漏斗、濾紙、培養皿、試管、保溫瓶。
- (二)藥品：硫酸銅及硼酸水等22種溶液、魚、綠豆。

四、研究方法與結果

- (一)硫酸銅的觀察：
 - 1.用眼、鼻、手觀察：是藍色結晶會閃閃發亮、有刺鼻味、粗粗的。
 - 2.除水外，硫酸銅能溶於那些溶液？
 - (1)方法：①取溶液20ml加0.5g有水硫酸銅，攪50下。
 - ②量溶液溫度再與原溫度比較。
 - 3.能溶解硫酸銅的溶液中加酒精是否會產生硫酸銅沈澱？
 - (1)方法：①加酒精10ml於能溶解硫酸銅的溶液中，量溫度。
 - ②觀察其變化。
 - (2)結果：(如表1)

編號	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.
溶液	硼酸水	食鹽水	糖水	肥皂水	氫氧化鈉水	小蘇打水	氨水	雙氧水	醋酸	鹽酸	丙酮	甲苯	二甲苯	漂白水	石油醚	乙醚	氯仿	甲醇	酒精	甲醚	樟腦油	沙拉油
加硫酸銅	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×	×	×	×	×	×	○	×	△	×	×
顏色變化	無↓藍	無↓藍	無↓藍	無↓淡藍	無↓藍	無↓藍	藍↓寶藍	無↓土黃	無↓水藍	無↓水藍	×	×	×	無↓綠藍	×	×	×	×	×	×	×	×
溫度變化	↑1°C	↑3°C	×	×	↑3°C	×	↑2°C	↑5°C	↑9°C	×	↑6°C	↑5°C	↑1°C	↑2°C	×	×	×	↑8°C	×	×	×	×
加酒精是	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	-	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-
溫度變化	×	↑2°C	↑1°C	×	↓2°C	↑2°C	↑3°C	↑1°C	↓2°C	×	-	-	-	-	-	-	-	↑0.5°C	-	-	-	-
沈澱物	白色	絲白一點黃物	一點黃物	藍色	深褐	藍綠色(起泡)	寶藍	土黃(褐)起泡	白色	×	-	-	-	-	-	-	-	靛色	-	-	-	-

ㄅ、硫酸銅能溶於含水的溶液，如硼酸水……等。

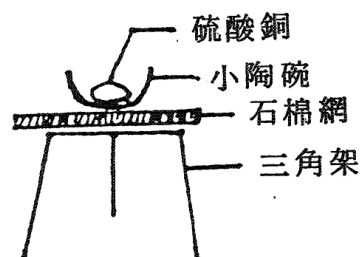
ㄆ、硫酸銅若能溶解，其溫度大部分會上升，其中醋酸上升的溫度最高9°C。

ㄏ、能溶解硫酸銅的溶液，加酒精後大部分會產生沈澱，但沈澱物並非硫酸銅。

(二) 硫酸銅含有多少結晶水？

1. 燒烤法：

(1) 方法：ㄅ、將藍色有水硫酸銅2g放入小陶碗中燒烤，直至藍色完全消失為止。(如圖1)



(圖1)

ㄨ、以藍色硫酸銅 4g、6g、8g、10g 分別試之。

ㄐ、以天平秤無水硫酸銅之重。

(2) 結果：

A 有水硫酸銅	燒烤時間	B 無水硫酸銅	失重比 $\frac{A-B}{A}$
2g	5'	1.2g	0.4
4g	7'	2.5g	0.4
6g	8'	3.8g	0.37
8g	10'	5.1g	0.36
10g	15'	6.4g	0.36

平均 0.38

ㄣ、無水硫酸銅呈灰色。

ㄨ、燒烤中有刺鼻、刺眼的味道產生。

ㄐ、1克的有水硫酸銅約含有 0.38 克的水。

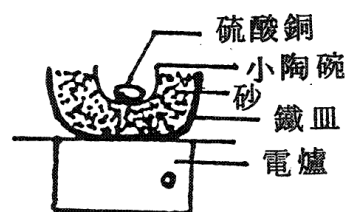
2. 隔砂加熱法：

(1) 方法：ㄣ、用鐵皿裝砂，將 2g 有水硫酸銅放入小陶碗，再放入裝砂鐵皿裡。

ㄨ、將鐵皿放在電爐上加熱。（如圖 2）。

ㄐ、在 100°C、110°C、120°C、130°C、140°C、150°C、160°C、170°C 分別放入 2g 有水硫酸銅。

ㄒ、加熱後秤重。



(圖 2)

(2) 結果：

原重	溫度	顏色變化	加熱後重量	時間	失重比 $\frac{\text{原重}-\text{後重}}{\text{原重}}$
2g	100°C	藍→淡藍綠	1.5g	12'	0.25
2g	110°C	藍→淡藍綠	1.5g	8'	0.25
2g	120°C	藍→淡藍綠	1.3g	6'	0.35
2g	130°C	藍→白藍	1.3g	5'	0.35
2g	140°C	藍→白	1.3g	5'	0.35
2g	150°C	藍→白	1.3g	4.5'	0.35
2g	160°C	藍→白→灰白	1.3g	4'	0.35
2g	170°C	藍→白→灰白	1.3g	4'	0.35

- ① 140°C 前水分無法全除。
- ② 140°C ~ 150°C 得白色硫酸銅。
- ③ 在 160°C 以上因溫度過高而得灰白有刺鼻味的硫酸銅。
- ④ 1克硫酸銅含 0.35g 的水。

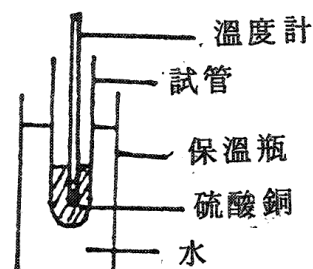
㊦ 硫酸銅的溶解量

1. 不同溫度時硫酸銅的溶解量

- (1) 方法：
 - ㄅ、取 20ml 的水入試管，在不同溫度中隔水加熱。
 - ㄆ、加硫酸銅。

(2) 結果：

- ① 溫度愈高，溶解愈多的硫酸銅。
- ② 溫度降低後，會有硫酸銅沈澱產生。



(圖 3)

	10°C	30°C	50°C	70°C	90°C
第一次	6.8 _g	9.3	11.4 _g	15 _g	16 _g
第二次	7.2 _g	9.7	13.7 _g	15 _g	16.3 _g
第三次	7 _g	9.5	12 _g	15 _g	16.2 _g

2. 硫酸銅在室溫 20°C 時的溶解量

- (1) 方法：取 100ml 的水在室溫中，加入硫酸銅充分攪拌。

(2) 結果：

- ㄅ、有水硫酸銅在室溫 20°C 時最大溶解量是 29%。
- ㄆ、在室溫下 100ml 的水，可溶解無水硫酸銅最多約 18 克。

㊦ 哪些變因會影響硫酸銅的沈澱。

1. 時間會影響硫酸銅的沈澱嗎？

- (1) 方法：配製無水硫酸銅濃度四種。加酒精觀察 4 天。

(2) 結果：

- ㄅ、時間會影響硫酸銅的沈澱高度。
- ㄆ、約三天即可看出結果。

試管	硫酸銅濃度	硫酸銅體積	酒精體積	沈澱高度 (cm)			
				第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
甲	6.5 %	20 ml	10 ml	0.4	0.6	0.7	0.7
乙	9.8 %	20	10	0.5	0.7	0.8	0.8
丙	13 %	20	10	0.7	0.9	1.2	1.2
丁	16.2 %	20	10	0.8	1.1	1.3	1.3

2. 溫度會影響硫酸銅的沈澱嗎？

- (1) 方法：ㄅ、配製9.8%的無水硫酸銅二支，加酒精，搖動50下。
 ㄆ、分別在冰箱、室溫中三天。

(2) 結果：

外面的溫度高低並不影響硫酸銅的沈澱高度。

試管	硫酸銅濃度	硫酸銅體積	酒精體積	放置地點	沈澱高度
甲	9.8 %	15	10	室溫下 20℃	0.75
乙	9.8 %	15	10	冰箱冷藏 4℃	0.75

3. 搖動次數會影響硫酸銅的沈澱嗎？

- (1) 方法：配製硫酸銅20ml，5份，加酒精20ml，分別搖動不同次數，測量沈澱高度。

(2) 結果：

ㄅ、搖動次數多少並不影響硫酸銅沈澱高度，但沒有搖動的，其沈澱顆粒較大。

ㄆ、搖動50次與1000次的顆粒大小相似。

	甲	乙	丙	丁	戊
搖動次數	0	50	250	250	1000
沈澱高度	1.1	0.9	1.1	1.1	1
(2)	1	1	1.1	1.1	1.1
平均	1.1	0.95	1.1	1.1	1.05

4. 硫酸銅濃度、體積會影響硫酸銅的沈澱高度嗎？

- (1) 方法：以不同濃度、不同體積的硫酸銅分別為操縱變因。再測量其沈澱高度及溫度變化。

(2) 結果：

試管	硫酸銅		酒精體積 (ml)	沈澱的 高度 (cm)	溫度的 變化
	濃度%	體積ml			
甲	0	20	10	0	↑5.5℃
乙	3.3%	20	10	0.3	↑5.5℃
丙	9.8%	20	10	0.8	↑5℃
丁	13%	20	10	1.0	↑5℃

試管	硫酸銅		酒精體積 ml	沈澱的 高度 cm	溫度的 變化
	濃度%	體積ml			
甲	13%	0	15	0	↑2.5℃
乙	13%	5	15	0.2	↑3℃
丙	13%	10	15	0.4	↑4.5℃
丁	13%	15	15	0.6	↑5.5℃
戊	13%	20	15	0.8	↑7℃
己	13%	25	15	1	↑7℃

ㄅ、硫酸銅濃度、體積與沈澱高度成正比。

ㄆ、硫酸銅濃度愈高，加入酒精後其溫度升高的反而較少。

ㄏ、硫酸銅體積愈多，加入酒精後溫度升得愈高。

5. 酒精的濃度、體積會影響硫酸銅的沈澱嗎？

(1) 方法：以不同濃度、不同體積的酒精分別為操縱變因。再測量沈澱高度及溫度變化。

(2) 結果：

ㄅ、酒精濃度、體積與沈澱高度成正比。

ㄆ、加入酒精量愈多，濃度愈高，則溫度升高愈多。

ㄏ、酒精濃度愈小、硫酸銅沈澱的顆粒愈大。

試管	硫酸銅		酒精體積 ml	沈澱的 高度 cm	溫度的 變化
	濃度 %	體積 ml			
甲	13%	15	0	0	×
乙	13%	15	5	0.3	↑ 4℃
丙	13%	15	10	0.7	↑ 6℃
丁	13%	15	15	1	↑ 9.5℃

試管	硫酸銅		酒精		沈澱的 高度	沈澱的 顆粒狀	溫度的 變化
	濃度 %	體積 ml	濃度 %	體積 ml			
甲	13%	20	95%	20	1	•	↑ 5℃
乙	13%	20	76%	20	0.6	•	↑ 4.5℃
丙	13%	20	57%	20	0.5	◊	↑ 4.4℃
丁	13%	20	38%	20	0.4	◊	↑ 3℃
戊	13%	20	19%	20	0	—	↑ 0.5℃
己	13%	20	0%	20	0	—	×

6. 除酒精外，還有那些液體會使藍色硫酸銅水溶液沈澱？

(1) 方法：配製硫酸銅溶液分別加入22種不同溶液，攪拌後觀察其變化。

(2) 結果：

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
溶液	硼酸水	食鹽水	糖水	肥皂水	氫氧化鈉水	小蘇打水	氨水	雙氧水	醋酸	鹽酸	丙酮	甲苯	二甲苯	漂白粉	石油	乙醚	氯仿	酒精	甲酒	酒精	樟腦油	沙拉油
顏色變化	×	×	×	淡藍	藍	藍	藍	藍	×	×	無	分二層	分二層	分二層	×	×	分二層	藍	無	×	分二層	分二層
有沈澱否	×	×	×	○	○	○	○	○	×	×	○	×	×	○	×	×	×	○	○	×	×	×
是硫酸銅	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	○	○	×	×	×
溫度變化	×	×	×	×	↑ 25	×	↑ 15	↑ 35	×	×	×	↓ 15	↓ 05	↓ 05	↓ 1	↓ 2	↓ 1	↓ 1	↓ 15	↓ 0.5	×	×
備註				↑ 黑藍綠			↑ 三層	↑ 起										↑ 量		↑ 起		

ㄅ、硫酸銅水溶液加入液體後，顏色溫度變化各有不同。

ㄆ、甲醇與丙酮跟酒精一樣，能使硫酸銅溶液產生硫酸銅的沈澱。

(五) 硫酸銅的污染

1. 硫酸銅是否影響種子的發芽與植物的生長？

(1) 方法：以五種不同濃度的硫酸銅澆灌發芽中的種子及生長中的植物。

(2) 結果：0.01% 就會影響種子的發芽，植物的生長。

2. 硫酸銅是否影響動物的生活？

(1) 方法：以四種不同濃度的硫酸銅分別飼養 20 條金魚。

(2) 結果：0.0001% 就足以影響金魚的生活。

(六) 硫酸銅的利用與回收

1. 利用硫酸銅為乾燥劑：

(1) 方法：ㄅ、在廣口瓶裡吊一塊潮溼的棉花，使瓶中充滿水蒸氣。

ㄆ、取 0.5g 棉花沾溼，直至吸飽但不滴出為止，稱重。

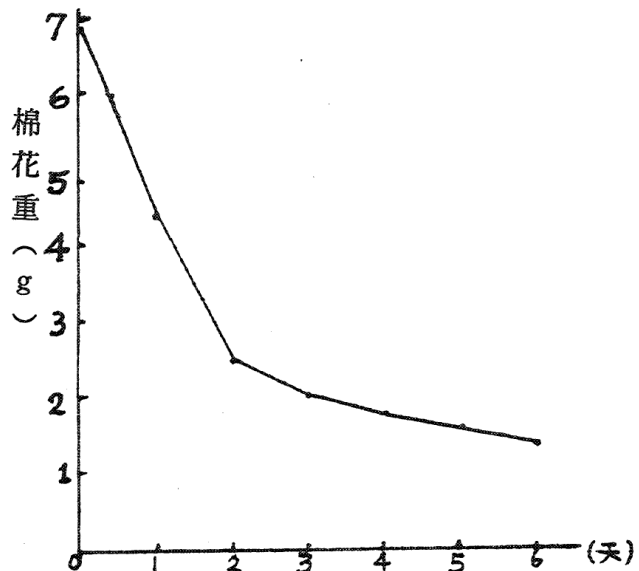
ㄏ、取出瓶中溼棉花、放入白色無水硫酸銅，吊溼棉。

(2) 結果：

① 時間愈久，棉花失重愈多。

② 最初吸溼力最強。

時間(天)	棉花重(g)	吸溼率
0	6.9	0
1	4.4	36%
2	2.5	27%
3	2	7%
4	1.8	3%
5	1.6	3%
6	1.4	3%



2. 利用硫酸銅為殺蟲劑

(1) 方法：配製不同濃度硫酸銅噴灑蟑螂及螞蟻。

(2) 結果：

螳螂的狀況

反應時間 濃度	0.5天	1天	1.5	2天
甲(噴水)	-	-	-	-
乙(13%)	-	-	-	死
丙(16%)	-	-	死	死
丁(18%)	-	-	死	死

螞蟻的狀況

反應時間 濃度	3時	6時	9時	12時
甲 水	-	-	-	-
乙 13%	死2	死3	死10	死20
丙 10%	死2	死7	死8	死20
丁 18%	死10	死15	死16	死20

3. 硫酸銅的回收。

(1) 方法：ㄅ、取13%、16%硫酸銅溶液20ml、分別加入不同量酒精。

ㄆ、靜置二天，用濾紙回收，剩餘溶液用其他方法回收。

(2) 結果：

13% 硫酸銅溶液、原重 4 g

酒精 回收 (ml)	濾紙 回收 (g)	其他方法 回收(g)	回收率
5	2.2	1.7	97.5%
10	3.3	0.5	95 %
15	3.4	0.55	93 %
20	3.4	0.5	97 %
25	3.4	0.4	95 %
30	3.75	0.1	96 %
35	3.75	0	94 %
40	3.8	0	95 %
45	3.7	0.1	95 %
50	3.8	0.05	96 %

平均 95.3 %

16% 硫酸銅溶液 (原重 5 g)

酒精 回收 (ml)	濾紙 回收 (g)	其他方法 回收(g)	回收率
5	3.5	1.2	94 %
10	3.7	1.3	96 %
15	4.2	0.5	94 %
20	4.7	0.05	95 %
25	4.7	0.1	96 %
30	4.8	0	96 %
35	4.9	0	98 %
40	5	0	100%
45	5	0	100%
50	4.6	0.1	94 %

平均 96.33 %

ㄅ、酒精加得愈多，硫酸銅的沈澱量愈多。

ㄆ、有沈澱的硫酸銅直接用濾紙回收，沒有沈澱的硫酸銅可降低溫度或再加酒精或用蒸發法除去水分、風乾。

ㄏ、平均回收率約96%，回收的硫酸銅與原有的一樣晶瑩可愛。

五、討論

- (一)以燒烤法取得硫酸銅，因溫度無法控制，所以有硫汽化，或燒焦（參考1）的現象，因而刺激眼、鼻；並也產生灰白的硫酸銅，其效果並不佳，若改良成隔砂加熱法，將溫度控制在150℃左右，即可得純白，無刺鼻的無水硫酸銅。
- (二)加酒精於硫酸銅溶液中，發現溫度有很大的不同，酒精濃度愈高、量愈多、與硫酸銅溶液反應後溫度升得愈高。而在低酒精濃度下解析出較大顆粒的硫酸銅、及沒有搖動的硫酸銅也解析出較大硫酸銅顯示晶體的成長與能量的多少有重大的關係。（參考2）
- (三)藍色硫酸銅含有5個結晶水、約占全重的36/100（參考3）而由隔砂加熱法得到的失重比0.35與其相當接近，可見此法比燒烤法好些。
- (四)因藍色硫酸銅含有相當多結晶水，所以當1克藍色硫酸銅溶解在100ml的水中，其濃度應該是0.65%，而非課本所說的1%。
- (五)硫酸銅有毒，其毒性可能是來自銅，而非硫（參考1.2），所以魚才有掙扎而後反應遲頓，終至死亡的現象。

六、結論

- (一)除了水以外硫酸銅還可以溶於含水溶液及甲醇中。
- (二)一克的硫酸銅約含有0.35克的結晶水。
- (三)溫度高硫酸銅溶解量大，常溫下，100ml的水約可溶解18克的無水硫酸銅。
- (四)時間、硫酸銅濃度、體積，酒精濃度、體積，都會影響沈澱。
- (五)硫酸銅沈澱顆粒大小與搖動次數與酒精濃度有關。
- (六)丙酮、甲醇與酒精一樣，可以使硫酸銅溶液產生硫酸銅的結晶。
- (七)硫酸銅有毒，所以做完實驗記得要洗手。
- (八)硫酸銅的回收並不難，回收率高達96%，有助於生態保護。
- (九)利用硫酸銅為乾燥劑、殺蟲劑是簡單，符合經濟效益的方式。

七、參考資料

(一)化學化工、藥品大辭典(二)大不列顛百科全書

(三)自然第七册教學指引 (四)化學上、下册

評語

試驗硫酸銅在二十二種家用及實驗室中常用的溶液，溶劑油類的與溶解結晶現象，探討硫酸銅對植物生長（種子發芽）及動物生存（金魚死亡）的影響，試驗了殺蟲（蟑螂、螞蟻）的效果。也考慮到硫酸銅脫水後再吸水的現象提出可以用為乾燥劑的意見，相當完整，唯採用金魚為實驗對象不合科學館以無脊椎動物為題材之建議原則。