

硫酸銨也會沉澱

高小組化學科第一名

屏東縣大新國民小學

作者：林靖瑋、謝嘉慶
余仟惠

一、研究動機

指導教師：李明正

上自然科學第四課「硫酸銅的沉澱」時，老師指導我們把硫酸銅溶解在水中，配成不同濃度的硫酸銅溶液，再討論那些變因會影響硫酸銅的沉澱，同學們都很感興趣。謝嘉慶同學提出一個有趣的問題問李老師：「爲什麼硫酸銅的結晶是那麼美麗的晶體呢？」老師回答說：「因爲硫酸銅晶體中除了硫酸銅外，還含有結晶水。」余仟惠說：「硫酸銅結晶中含有水，如果把它放在火上烘乾，水會不會跑掉呢？」大家問個不停，把上自然科學的老師問得不知如何是好，於是李老師說：「我們可以利用課餘時間來研究硫酸銅的特性。」同學們都很感興趣。

二、研究目的

- (一)利用觀察的方法來探討硫酸銅的性質。
- (二)對硫酸銅溶液濃度的探討，並給予課本的建議。
- (三)硫酸銅的沉澱和那些變因有密切的關係。
- (四)那些藥品可以代替硫酸銅來做沉澱的實驗。
- (五)探討硫酸銨的性質和溶解度。

三、研究器材設備

硫酸銅結晶、硫酸銨結晶、燒杯、量筒、上皿天平、玻璃棒、溫度計、小冰塊、電壺、保溫杯、試管、放大鏡、酒精燈、變色紙、酒精、烤箱。

四、研究過程及結果

【活動一】硫酸銅的溶解會隨溫度而改變嗎？

1.方法：利用電壺燒蒸餾水，使溫度達 40°C 、 60°C 、 80°C 、 100°C ，再用量筒取 100 公撮水放入燒杯中，加入上皿天平稱取的硫酸銅量，分別紀錄不同溫度的溶解量。

2.結果：

次數 \ 溶解量 \ 溫度	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
1	12	20	28	37	49	71
2	10	19	26	35	47	70
3	14	22	30	39	51	68
合計	36	61	84	111	147	209
平均	12	20.3	28	37	49	69.6

3.討論：在常溫 100 公撮的水會溶解20克的硫酸銅結晶，當溫度愈高時，會溶解更多的硫酸銅，使它的顏色變得更為深藍色。當溫度降低時，更多的硫酸銅結晶出來。

【活動二】硫酸銅結晶有那些特殊的性質呢？

1.觀察一：利用放大鏡觀察硫酸銅結晶的形狀。

2.觀察二：硫酸銅結晶加熱的觀察。

方法：稱10克的硫酸銅結晶，放入烤箱中，將變成的白色粉末稱一稱重量。

3.觀察三：硫酸銅結晶會有水分嗎？

方法：取10克的硫酸銅結晶，在酒精燈上烤，觀察變色紙的顏色改變了嗎？

4.觀察四：酒精會使硫酸銅溶液產生沉澱嗎？沉澱的是什麼呢？

方法：取10公撮硫酸銅溶液，加入10公撮酒精，會有淺藍色的粉末沉澱，利用濾紙過濾後，在太陽下曬乾，利用放大鏡觀察它的形狀和顏色，再倒入10公撮水中攪拌，所形成的水溶液顏色怎麼樣呢？

結果：我們發現，原來沉澱的顆粒是硫酸銅的結晶。

- 5.觀察五：酒精的量會改變硫酸銅的沉澱量嗎？
- 6.觀察六：硫酸銅溶液的量不同，沉澱的高度也不同嗎？
- 7.觀察七：攪拌的次數會影響硫酸銅的沉澱嗎？
- 8.結果：由上面不同的實驗方法，使硫酸銅的沉澱高度也改變，所以我們發現影響硫酸銅沉澱的原因有：(1)硫酸銅溶液的濃度(2)硫酸銅溶液的量(3)加入酒精的量(4)攪拌的次數(5)放置的時間(6)溫度等六項原因。

【活動三】那些變因會影響硫酸銅的沉澱呢？

- 1.實驗一：酒精的量不同，硫酸銅沉澱的高度會相同嗎？

操縱的變因：加入酒精的量。

應變的變因：硫酸銅沉澱的高度。

- (1)方法：配製 16% 的硫酸銅溶液，每次取 5 公撮，再加入不同量的酒精溶液，每一種做 5 次，測量沉澱的高度。

- (2)結果：

沉澱次數	酒精量	0	2	4	6	8	10
硫酸銅沉澱高度(公分)	1	0	0	0.6	1.1	1.7	2.65
	2	0	0	0.4	1.3	1.6	2.35
	3	0	0	0.5	1.2	1.5	2.30
	4	0	0	0.5	1.0	1.7	2.25
	5	0	0	0.6	1.3	1.6	2.40
	合計	0	0	2.6	5.9	8.1	11.95
平均	0	0	0.52	1.18	1.62	2.4	

- (3)討論：加入酒精的量愈多，硫酸銅沉澱的量也愈多，沉澱的高度愈高。當溶液中的硫酸銅完全沉澱了，即使加更多的酒精，沉澱的高度再也不增加了。

- 2.實驗二：硫酸銅的溶液濃度不同，硫酸銅沉澱會相同嗎？

操縱的變因：硫酸銅溶液的濃度。

應變的變因：硫酸銅沉澱的高度。

- (1)方法：配製 0、3.2%、6.4%、9.6%、12.8%、16% 的硫酸銅溶液，每次各取 5 公撮，再加入 5 公撮的酒精，每一

種做 5 次，測量沉澱的高度。

(2)結果：

沉澱 次數	硫酸銅 濃度	0	3.2	6.4	9.6	12.8	16
		%	%	%	%	%	%
硫酸銅沉澱高度 (公分)	1	0	0.6	1.5	2.2	2.8	3.5
	2	0	0.5	1.2	2.1	2.6	3.1
	3	0	0.4	1.2	1.8	2.8	3.3
	4	0	0.5	1.4	1.9	2.5	3.4
	5	0	0.4	1.2	2.2	2.6	3.2
	合計	0	2.4	6.5	10.2	13.3	16.5
	平均	0	0.4	1.3	2.1	2.6	3.3

(3)討論：硫酸銅溶液的濃度，在常溫（25℃）最大的是 16%。硫酸銅的沉澱量隨溶液濃度的增加而增高。

3.實驗三：硫酸銅溶液的量不同，硫酸銅沉澱的高度會相同嗎？

操縱的變因：硫酸銅溶液的量。

應變的變因：硫酸銅沉澱的高度。

(1)方法：配製 16% 的硫酸銅溶液，每次取不同量的硫酸銅溶液，分別注入 10 公撮的酒精，每一種各做 5 次，測量沉澱的高度。

(2)結果：

沉澱 次數	硫酸銅 的量	0	2	4	6	8	10
硫酸銅沉澱高度 (公分)	1	0	2.1	2.6	3.0	3.2	3.6
	2	0	1.8	2.3	2.8	3.0	3.3
	3	0	2.1	2.5	2.9	3.2	3.5
	4	0	1.7	2.4	2.7	3.3	3.5
	5	0	1.6	2.6	2.6	3.4	3.2
	合計	0	9.3	12.4	14	16.1	17.1
	平均	0	1.8	2.4	2.8	3.2	3.4

(3)討論：硫酸銅的量愈多時，必須加入充分的酒精，使溶液中的硫酸銅完全沉澱，其沉澱高度就會和溶液的量成正比。

【活動四】硫酸銨的溶解會隨溫度而改變嗎？

1.方法：除硫酸銨外和【活動一】相同。

2.結果：

次數	溫度	0 °C	20 °C	40 °C	60 °C	80 °C	100 °C
	溶解量						
1		50	67	81	88	91	92
2		48	65	83	86	89	90
3		53	69	79	89	92	94
合 計		151	201	243	263	272	276
平 均		50.3	67	81	87.6	90.6	92

3.討論：硫酸銨易溶於水，20 °C時，100 公撮的水就可以溶解66克左右，而且溶解的量會隨溫度而增加。硫酸銨溶於水後，變成淺的茶色。

【活動五】硫酸銨結晶有那些特殊的性質？

我們也模仿（活動二）的方法來觀察硫酸銨，發現下面特性：

- 1.放在放大鏡下是正立方體，淺褐色的顆粒狀結晶。
- 2.放在烤箱中，不會有明顯的變化，重量也會減輕。
- 3.硫酸銨結晶在火上烘乾，不會使變色紙變色，也許不含水，或許只含少量水。
- 4.加入酒精到硫酸銨的溶液中，充分搖盪後會產生白色的沉澱，這些沉澱也是硫酸銨。
- 5.加入酒精的量不同，沉澱的硫酸銨量也不同。
- 6.當硫酸銨溶液的量不同時，加入酒精振盪後，沉澱的硫酸銨量也不同，溶液多，沉澱就多。
- 7.攪拌的次數不同，也會影響硫酸銨的沉澱量，攪拌得多，沉澱會更多；但是當溶液中的硫酸銨完全沉澱了，再怎麼攪拌也不會增加了。
- 8.由上面的七項觀察，可知影響硫酸銨沉澱的有：(1)硫酸銨溶液的濃

度(2)硫酸銨溶液的量(3)加入酒精的量(4)攪拌的程度(5)放置的時間(6)溫度等六項原因。

【活動六】那些變因會影響硫酸銨的沉澱呢？

1.實驗一：酒精的量不同，硫酸銨沉澱的高度會相同嗎？

(1)方法：配製濃度30%的硫酸銨溶液，其他實驗方法和【活動三】相同。

(2)結果：

沉澱次數		酒精量					
		0	4	8	12	16	20
硫酸銨沉澱高度(公分)	1	0	1.9	3.9	5.1	6.5	7.6
	2	0	1.7	4.2	5.15	6.3	7.8
	3	0	1.5	3.8	4.95	6.7	7.2
	4	0	2.0	4.1	5.0	6.5	7.0
	5	0	2.0	3.8	4.8	6.1	7.35
	合計	0	9.3	19.8	25	32.1	36.96
	平均	0	1.06	3.96	5	6.42	7.39

2.實驗二：硫酸銨溶液的濃度不同，硫酸銨沉澱的高度相同嗎？

(1)方法：和【活動三】相同，但硫酸銨的濃度為10%、15%、20%、25%、30%。

(2)結果：

沉澱次數		硫酸銨濃度					
		0%	10%	15%	20%	25%	30%
硫酸銨沉澱高度(公分)	1	0	1.5	4.2	5.8	6.4	7.8
	2	0	1.7	4.0	5.4	6.5	7.3
	3	0	1.6	3.9	5.3	6.3	7.6
	4	0	1.3	4.1	5.6	6.0	7.1
	5	0	1.2	4.4	5.5	6.2	7.5
	合計	0	8.3	20.4	27.6	31.4	37.3
	平均	0	1.46	4.12	5.52	6.28	7.46

3.實驗三：硫酸銨溶液的濃度不同，硫酸銨沉澱的高度會相同嗎？

(1)方法：和【活動三】相同。

(2)結果：

沉澱次數	硫酸銨的 量	0	2	4	6	8	10
	硫酸銨沉澱高度 (公分)	1	0	0.9	2.1	3.6	5.6
	2	0	0.8	2.3	3.8	5.9	7.1
	3	0	1.2	2.6	2.9	5.4	7.4
	4	0	1.1	2.5	3.7	5.3	7.3
	5	0	0.9	2.4	3.4	5.1	7.7
	合計	0	4.9	11.9	17.4	27.3	37.1
	平均	0	0.98	2.38	3.48	5.46	7.42

4.綜合討論：

- (1)加入酒精愈多，會使硫酸銨沉澱愈多，沉澱的高度也愈高。
- (2)當溶液中的硫酸銨都完全沉澱了，即使加入更多的酒精，也沒有硫酸銨可以再沉澱了。
- (3)硫酸銨的溶解度，在常溫時是67克左右，所以最多只能配40%濃度的硫酸銨溶液。
- (4)硫酸銨的沉澱，也是隨硫酸銨溶液的濃度而增加，當溶液中的硫酸銨沉澱完了，也就不再沉澱了。
- (5)硫酸銨的量愈多時，只要加入足夠的酒精，充分振盪，硫酸銨都會沉澱下來，所以硫酸銨的量愈多，沉澱的高度也就愈多了。

五、討論

- (一)由於硫酸銅結晶含有結晶水，在調配硫酸銅溶液的濃度時，必須注意結晶水的存在，課本中取20克硫酸銅結晶加上80克的水成爲20%硫酸銅溶液是不正確的。
- (二)按照實驗結果，在常溫時，硫酸銅溶解度爲21克左右，最多只能配16%的硫酸銅溶液，而課本中配成20%、25%的硫酸銅溶液也是不

正確的。

(三)硫酸銨效果好，價格便宜，毒性較弱，又可以用做肥料，爲什麼不用硫酸銨來代替硫酸銅呢？這是我們給課本的建議，也希望同學們和老師們試試看。

(四)課本中用玻璃棒攪拌，不容易充分攪拌，效果不好，應該蓋上橡皮塞來振盪，效果比較好。

六、結論

(一)硫酸銨的優點多：

- 1.硫酸銨的溶解度 20°C 時，每 100 公撮的水可溶解 70 克的硫酸銨，所以硫酸銨溶液加入酒精時，沉澱高而且很明顯。
- 2.硫酸銨溶液毒性較弱，又是一種肥料，不會污染環境，做完實驗還可以澆花木，一舉兩得。
- 3.硫酸銨價格便宜，一大袋（40 公斤）才 300 元左右，學生可以充分利用。
- 4.利用硫酸銨代替硫酸銅，效果會更好。

(二)硫酸銨的缺點：

硫酸銨的水溶液是淺褐色，沒有硫酸銅溶液的藍色那樣誘人，是美中不足的地方。

七、參考資料

(一)國立編譯館主編：國民小學自然科學第十一冊課本，第四課「硫酸銅的沉澱」。

(二)國立編譯館主編：國民小學自然科學第十一冊教學指引，第四課「硫酸銅的沉澱」。

評語

(一)本件作品作者從硫酸銅沉澱的變因推演出使硫酸銨也能沉澱的條件，包含溶劑組合、溶劑數量、溫度等因素，學生能利用所學，值得鼓勵。

- (二)本件在推論出在硫酸銨的水溶液中加入酒精可產生沉澱後，應再加擴展，始克歸納出通則。
- (三)蒸發部份水溶液後有硫酸銨晶體析出，應注意到溶劑減少產生過飽和溶液的現象，即一種再結晶的步驟。