

硫酸銅溶液濃度的測定

高小組化學科第三名

高雄縣立岡山國民小學

作者：楊詠甯、徐銘婉

蘇豐元、陳榮挺

指導教師：潘文福、何彥樺



一、研究動機

有一天，在上完硫酸銅沈澱的實驗後，老師說：「硫酸銅是一種具有毒性的化學藥品，實驗完如果倒入水溝，會把水中生物都毒死了，流入河川，河川也會被污染，所以實驗完的硫酸銅水溶液，要用容器裝起來，以免造成污染」我當時便問：「回收的硫酸銅水溶液，只能等它慢慢蒸發成固體，才能再使用嗎？」老師回答說：「我們不知道這些倒回來的水溶液，濃度是多少，假如實驗時需要濃度 10% 的溶液，那就沒辦法調成想要的濃度了，除非已知這些回收液體的濃度是多少。」我接著問：「那有什麼方法可以測量硫酸銅液體的濃度呢？」老師說：「您這個問題我們可以一起來研究看看。」於是，老師便找我和同學，利用課餘時間，一起來探討這個問題，以下是我們一連串的研究活動。

二、研究目的

- (一) 探討硫酸銅溶液濃度的測量方法。
- (二) 研究測量方法所運用的原理。

(三)製作簡易的濃度測量器。

(四)增加測量器的用途及準確性。

三、研究設備器材

吸管、膠泥、鉛塊、玻璃試管、橡皮塞、量筒、天平、溫度計、各種粉末、各地採集或不同性質的水。

四、研究方法

(一)硫酸銅水溶液濃度測量方法的探討。

1. 比較紙在不同濃度的溶液中，水上升速度的快慢。
2. 將不同濃度的溶液加熱，比較它們蒸發成固體所花的時間，是否有差別。
3. 先秤出鐵釘生銹前的質量，將鐵釘放入不同濃度溶液中，看 2 小時後，鐵釘生銹後的質量是否有差別。
4. 同樣的浮標，放入不同濃度的液體中，看浮標露出水面長度是否有差別。

(二)是什麼原因造成浮標的浮沈變化？

1. 調配同濃度的各種水溶液，並算出它的密度，把浮標先後放入各溶液中，看浮標是否依然有變化。
2. 調配不同濃度的硫酸銅溶液，再算出各種濃度溶液的密度，看同一種溶液濃度改變後，密度是否跟著改變。
3. 比較實驗結果，分析液體的濃度、密度與浮標浮沈變化之間的關係。

(三)在不同濃度濃度的液體中，那一種浮標浮沈的變化較大？

1. 用軟木塞、吸管、膠泥、鉛粒和四支大小不同的玻璃試管，做成四支大小不同的浮標。
2. 將四支浮標先後放入水中，求出浮標露出水面的長度，再放入濃度 5% 的硫酸銅溶液中，求出浮標露出液面的長度。
3. 將同一浮標在兩液體時，露出液面的長度相減，比較那一種浮標產生的差值較大。

(四)水溫、水質的改變，對同一浮標的浮沈，會有影響嗎？

1. 將同一支浮標放入不同水溫的水中，記錄浮標露出水面的長度，比較各水溫中，浮標的浮沈情形。
2. 將同一支浮標放入不同水質的水中，記錄浮標露出水面的長度比較各水質中，浮標的浮沈情形。

(五)濃度浮標測量器的製作。

1. 把軟木塞塞在試管，在管口與軟木塞接觸的位置上，用簽字筆畫一圓圈，取兩小塊膠泥，分別塞在吸管的兩端，用黏接劑將吸管黏在軟木塞上面，鉛塊放入瓶內。
2. 調配濃度 20% 的硫酸銅水溶液，將浮標放入水中，加減鉛塊的重量，使浮標露出水面約兩公分，並作一記號，將浮標放入硫酸銅溶液中，把浮標的液面位置作一記號，量出兩記號之間的距離，將這個距離除以硫酸銅水溶液的濃度，就是每個百分比濃度使浮標產生浮沈變化的距離長度。
3. 以每個百分比濃度的變化長度為間隔單位，從水面記號點為濃度零，開始訂刻度，訂完單位刻度後，取 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{4}$ 的間隔距離，訂出更細的刻度，連續幾次在各濃度的硫酸銅水溶液中驗證所訂的刻度是否正確。

(六)調查學校附近的水質情況。

1. 將浮標放入蒸餾水中，記錄浮標露出液面部分的長度，再把同一浮標放入各液體中，記錄浮標露出液面的長度，將浮標露出液面的長度和蒸餾水液面點比較，便可知道水中其它物質含量的多寡。

五、實驗結果

(表 1)

硫酸銅水溶液的濃度	三鐘後水在紙中上升的高度 (公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5%	10.5	10.6	10.8	10.6	10.7	10.64
15%	10.8	10.9	11	10.9	11.2	10.96

(表 2)

硫酸銅水溶液的濃度	硫酸銅水溶液的體積	加熱蒸發成粉末固體所需的時間 (秒)					
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5%	5cc	773	758	765	768	778	766.8
15%	5cc	736	722	730	726	735	729.8

(表 3)

硫酸銅水溶液的濃度	鐵釘原來的質量(克)	鐵釘放入溶液中 2 小時後的質量 (克)					
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5%	1.5	2	1.8	2.1	1.9	2.2	2
15%	1.5	1.7	1.9	1.9	1.6	1.7	1.76

(表4)

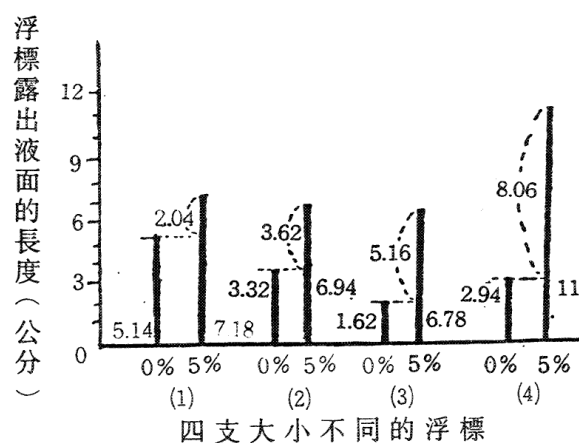
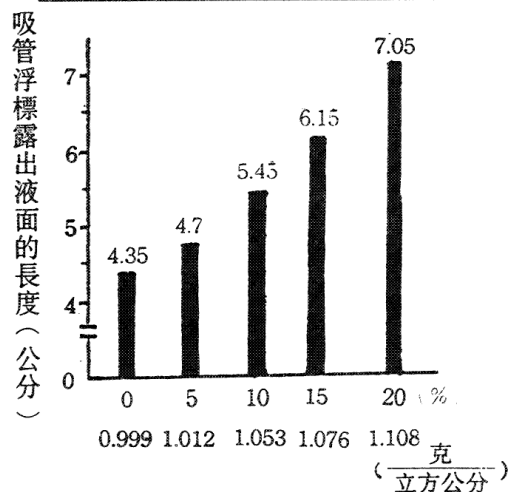
硫酸銅水溶液的濃度	吸管浮標露出水面的長度(公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
5%	6.3	6.4	6.3	6.3	6.4	6.34
15%	7.7	7.6	7.7	7.7	7.6	7.66

(表5)

調配溶液的粉末	水溶液的濃度	水溶液的質量(克)						溶液的體積：立方公分	溶液的密度： $\frac{\text{克}}{\text{立方公分}}$	吸管浮標露出液面的長度(公分)					
		第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均			第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
硫酸銅	10%	21.04	21.04	21.08	21.06	21.08	21.06	20	1.053	5.6	5.4	5.5	5.4	5.6	5.5
奶粉	10%	20.24	20.02	19.98	20	20.16	20.03	20	1.004	4.3	4.5	4.5	4.4	4.3	4.4
鹽	10%	20.94	21	21.04	20.98	20.94	20.98	20	1.049	5.4	5.4	5.4	5.5	5.3	5.4
糖	10%	20.36	20.68	20.58	20.52	20.56	20.54	20	1.027	5	5	5.1	4.9	5	5
蘇打粉	10%	20.92	20.76	20.62	20.74	20.8	20.77	20	1.038	5.3	5.2	5.2	5.1	5.2	5.2
味精	10%	20.8	20.62	20.5	20.72	20.56	20.64	20	1.032	4.9	4.9	4.8	4.9	5	4.9

(表6)

硫酸銅水溶液的濃度	硫酸銅水溶液的質量(克)						硫酸銅溶液的體積：立方公分	硫酸銅溶液的密度： $\frac{\text{克}}{\text{立方公分}}$	吸管浮標露出液面的長度(公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均			第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
0%	19.98	20	19.96	20	19.96	19.98	20	0.999	4.4	4.35	4.3	4.35	4.35	4.35
5%	20.26	20.22	20.24	20.22	20.26	20.24	20	1.012	4.7	4.6	4.8	4.7	4.7	4.7
10%	21.04	21.04	21.08	21.06	21.08	21.06	20	1.053	5.5	5.5	5.4	5.4	5.45	5.45
15%	21.56	21.4	21.48	21.6	21.56	21.52	20	1.076	6.15	6.2	6.1	6.15	6.15	6.15
20%	22.16	22.18	22.18	22.14	22.14	22.16	20	1.108	7.1	7	7.06	7.1	7	7.05

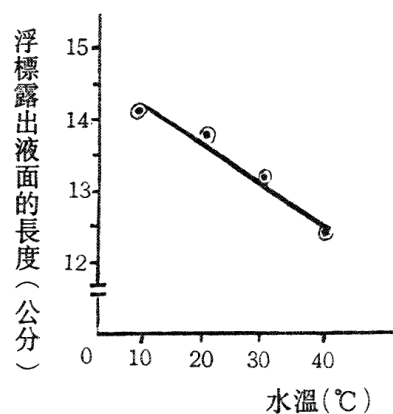


(表7)

浮標編號	♂浮標在水中時，露出水面的長度(公分)						♀浮標在濃度5%的硫酸銅水溶液時露出液面的長度(公分)						浮標在兩液體中，露出液面部分的差值(公分) (♀-♂=?)
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均	
1	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.14	7.2	7.2	7.2	7.2	7.1	7.18	2.04
2	3.4	3.4	3.4	3.2	3.2	3.32	7	7	6.9	6.9	6.9	6.94	3.62
3	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6	1.62	6.8	6.8	6.8	6.8	6.7	6.78	5.16
4	3	3	2.9	2.9	2.9	2.94	11.1	11	11.1	10.9	10.9	11	8.06

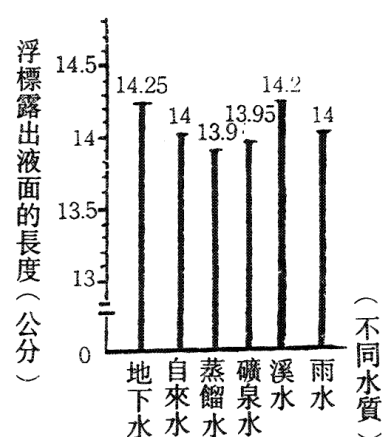
(表8)

水溫 ℃	浮標露出水面的長度(公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
10	14.2	14.1	14.1	14.2	14.1	14.14
20	14	13.7	13.6	13.9	13.8	13.8
30	13	13.1	13.1	13.2	13.1	13.1
40	12.5	12.4	12.3	12.3	12.5	12.4



(表9)

不同水質 200cc. 水溫 22℃	浮標露出水面的長度(公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
地下水	14.3	14.2	14.25	14.3	14.2	14.25
自來水	14	14	14	14	14	14
蒸餾水	13.9	13.85	13.9	13.95	13.9	13.9
礦泉水	13.95	13.9	14	13.9	14	13.95
溪水	14.25	14.15	14.15	14.25	14.2	14.2
雨水	13.95	14	14	14.05	14	14

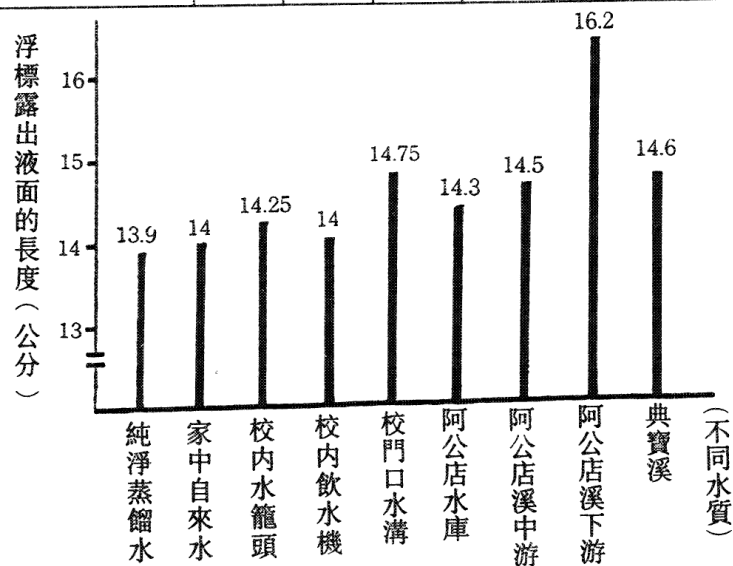


(表 10)

硫酸銅的濃度	液體溫度(°C)	水質	露出液面長度(公分)	兩液面間隔(公分)	每個百分比刻度的長度(公分)
0%	18	地下水	1.5	17	(17÷20=)
20%	18	地下水	18.5		0.85

(表 11)

各地採集的水 水溫：22°C	浮標在各液體中露出液面的長度(公分)					
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
純淨蒸餾水	13.9	13.85	13.9	13.95	13.9	13.9
家中自來水	13.95	13.95	14.05	14.05	14	14
校內水龍頭	14.2	14.25	14.3	14.2	14.3	14.25
校內飲水機	13.95	14.05	13.95	14.05	14	14
校門口水溝	14.7	14.75	14.8	14.7	14.8	14.75
阿公店水庫 (湖水)	14.3	14.3	14.35	14.45	14.3	14.3
阿公店溪中游 (柳橋下)	14.4	14.6	14.6	14.4	14.5	14.5
阿公店溪下游 (彌陀鄉)	16.2	16.3	16.2	16.1	16.2	16.2
典寶溪 (橋頭鄉省道下)	14.55	14.65	14.6	14.6	14.6	14.6



六、討論

- (一)我們想出四種方法來分辨硫酸銅溶液的濃度，用表 1、表 2、表 3 的方法來分辨濃度，容易產生誤差，所以用這些方法來分辨濃度並不適當，後來我們想到利用浮標的浮沈來辨別濃度的大小，結果發現，在兩個不同濃度溶液中，吸管露出液面長度相差約一公分（表 4），而我們知道物體的浮沈與密度有關，但是它和液體濃度有關嗎？還是浮力與密度、濃度之間，都有一定的關係。
- (二)由表 5 實驗知道，雖然把溶液濃度調成一樣，但是它們的密度卻不會一樣，而且浮標浮沈多寡和密度大小順序完全一致。
- (三)由表 6 的實驗知道，不是不同溶液才會有密度變化，只要將硫酸銅溶液的濃度改變，它的密度也會跟著改變，浮標同樣有浮沈變化，而且浮沈多寡也和密度大小順序一致。
- (四)歸納表 5、表 6 得知，浮標在不同濃度溶液中，會有浮沈的變化，主要是因為濃度的改變，使密度也跟著改變，而密度的變化，才是影響浮標浮沈的主因；溶液的濃度愈大，密度就愈大，浮標露出水面的部分就越長。
- (五)由表 7 實驗發現，4 號浮標浮沈的變化最大，它在兩液面的變化差值有 8.06 公分，所以想測量準確一點，可用體積較大的浮標來測量，但是也不可用太大的試管來做浮標，因為浮標太大太長，也會造成測量的不方便。
- (六)由表 8 發現，水溫的改變，會影響浮標的浮沈變化，水溫越低，浮標露出水面的長度越長，我們把浮標在 10℃ 和 40℃ 水中的浮沈相比，相差 1.7 公分，也就是水溫改變一度，產生浮沈變化約 0.05 公分，雖然影響不大，但是也可能產生測量的誤差，所以測量時要注意。
- (七)由表 9 發現，水質的改變，雖然影響浮標的浮沈變化不大，但是為了避免水質產生的誤差，調配溶液的水，應該採用同種的水質來做。
- (八)利用濃度浮標測量器測量出來的濃度，如果要再調配成實驗時所需的濃度，可以先將濃度浮標放進該溶液中，加水或硫酸銅，攪拌後看濃度是多少，照這樣一直調配到想要的濃度為止，這樣一來，就可以將實驗完的硫酸銅溶液，回收再利用了。
- (九)利用同樣的方法，也可以製作其它水溶液的濃度測量器，而測量硫酸銅溶液的濃度浮標，不能用來測量其它水溶液的濃度，因為各種水溶液的濃度一樣時，密度並不會一樣，浮標測量的結果也會產生偏差。
- (十)表 11 的水質調查情況知道，浮標在阿公店溪下游的水質中，露出液面部分

最長，這表示水中混合的雜質，使水的密度增大，而表現在浮標的浮沈。水中雜質越多，自然地浮標就露出水面越多，但是這並不表示浮標露出最多，水就是最不純淨的，因為有些體積很小的病菌微生物，可能藏在水中，對密度的影響不大，用浮標檢驗不出，但是却有可能是最髒的水。所以我們只能根據浮標來了解生活四周水源雜質含量，不能用它來判斷水質的潔淨與否。

七、結論

- (一) 上完硫酸銅的沈澱那一單元之後，都留下很多硫酸銅水溶液，我們可以製作一支硫酸銅水溶液的濃度浮標，測量出溶液的濃度，再加水或硫酸銅粉末，使水溶液變成我們需要的濃度，這樣既不會污染環境，也可以上課再利用，真是一舉兩得。
- (二) 為什麼同一浮標會在不同濃度水溶液中，有露出液面部分長短的變化呢？根據我們研究的結果發現：
 1. 硫酸銅水溶液的濃度越大時，它的密度就越大，浮標就浮出液面越多。
 2. 用各種粉末調成一樣濃度的水溶液，它們的密度並不會相同，而浮標在各溶液中，露出液面的長度也不一樣，這表示密度才是影響浮沈變化的主因，而濃度改變時，會使密度跟著改變，所以浮標在不同濃度的溶液中，會有浮沈高低的變化。
 3. 測量硫酸銅溶液的濃度浮標，不可用來測量另一種溶液的濃度，因為兩種溶液濃度相同時，密度不見得相同，而影響浮標浮沈的主因是密度，並不是濃度。
- (三) 為了增加測量的精密度，我們可以用體積較大的試管來做浮標，越大的試管來做，測量的精密度愈高，但是顧慮測量方便起見，不必用體積太大的試管來做，因為濃度浮標太大太長，我們就得找更大的容器來裝要被測量的水溶液。
- (四) 從實驗中我們知道水溫或水質的改變，都會影響浮標的浮沈變化，所以測量濃度時，對造成誤差的變因要盡量避免。例如：調配濃度的誤差要盡量減少，製作更小的吸管砝碼，增加質量測量的正確性，或連續操作求平均；或在浮標內加鉛粒，以防生鏽產生誤差，如果製作好的濃度浮標，後來測量時有了誤差，可在吸管上方加減膠泥的重量，以便歸零；由實際操作時發現，氣溫的變化最易使濃度浮標產生誤差，不過誤差的範圍不超過 1% 的濃度。
- (五) 雖然製作來測量硫酸銅濃度的浮標，不能用來測量其它溶液的濃度，但是我們從實驗中知道浮標會因為溶液的濃度、密度、溫度、水質等其中之一的改

變而改變浮沈，所以不僅能用浮標來測量溶液的濃度，而且能利用浮標浮沈的原理，來測量水溫、溶液密度和調查水源受污染的情形。

八、參考資料

- (一)國小自然課本第 11 冊教學指引第 5、7 單元。
- (二)中華兒童百科全書，第 3 冊，第 985 頁。
- (三)幼獅少年百科全書，第 7 冊，第 67 頁。

評語

本研究嘗試用不同的方法測量水溶液中的硫酸銅含量並設計浮標以為測量工具，富科學精神，合乎科學方法，惜未考慮污水中其他成分的影響，以致稍欠完整。