中華民國第 55 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組　化學科

佳作

080205

「鏽」出色彩

學校名稱：連江縣立坂里國民小學

作者：	指導老師：
小六　王妘甄	曹榕茱
小六　姜卉嫻	陳稔錚
小五　王柏凱	
小四　林郁程	

關鍵詞：鐵鏽，顏色，磁鐵的吸力

摘要

在六上自然課第三單元「防鏽與防腐」的鋼棉生鏽實驗，我們發現水、鹽水、糖水、食用醋產生的鐵鏽顏色各異，為了找出影響生鏽顏色的因素，便著手進行一連串的實驗研究。結果顯示：溶液的種類、pH 值、濃度以及生鏽的時間皆會影響生鏽的顏色，而且不同顏色的鐵鏽與磁鐵的吸力強度也不同。

壹、研究動機

在生活中隨處可見鐵生鏽的情形，可能因為身處海島，環境潮濕，尤其校園又剛好臨近海邊，因此校園的遊樂設施經常有腐蝕的現象，長期處於維修狀態，因此，我們想了解跟生鏽有關的因素，再加上六年級自然課第三單元提到「防鏽與防腐」的鋼棉生鏽實驗，以水、鹽水、糖水、食用醋當作生鏽時的溶液，發現這些溶液除了會影響鋼棉生鏽的快慢外，還發現鋼棉生鏽的顏色也不同，像水和鹽的鐵鏽顏色都偏黑色；可是糖水和食用醋的鐵鏽顏色卻偏橘色。到底是什麼原因影響鋼棉生鏽的顏色？所以我們決定以「鐵鏽的顏色」為主題，著手進行一連串的實驗研究及探討。

貳、研究目的

一、探討影響鐵鏽顏色的因素。
二、探討不同顏色的鐵鏽的差異性及相關性。

參、研究設備及器材

一、材料：鋼棉（０號）。
二、溶液：水、鹽（高級精鹽）、砂糖（蔗糖）、食用醋、洗碗精、老酒(馬祖老酒)、汽水（可樂）、茶（茶包）、海水、紅糟水。
三、器材：量筒、天秤、試管、漏斗、滴管、磁鐵、廣用試紙、濾紙、夾鏈袋、篩網、鐵湯匙、鐵夾。

肆、研究過程與方法

一、研究過程

到底是什麼原因造成生鏽顏色的差異？這些不同顏色的鏽是否有什麼差異或有什麼相關性？因此我們將實驗分為兩部分來進行探究：

第一部分：影響生鏽顏色的因素

(一) 不同溶液對生鏽顏色的影響

水、鹽水、糖水、食用醋的鏽顏色皆不同，是否不同的溶液是影響生鏽顏色的因素？因此我們選擇 10 種生活中常見的的溶液（水、鹽、砂糖、食用醋、洗碗精、老酒、汽水、茶、海水、紅糟水）來進行研究。

(二) 溶液濃度對生鏽顏色的影響

在溶液 pH 值對生鏽顏色的影響實驗中，我們加水稀釋調製成不同 pH 值溶液，是否濃度也是影響因素？因此我們以不同濃度的鹽水及糖水來進行實驗。

(三) 生鏽時間對生鏽顏色的影響

在做鋼棉生鏽的實驗時，我們發現最開始的變化即是水溶液先變成黃綠色，接著在鋼棉上出現一點一點橘黃色的鏽點，或是在鋼棉與夾鍵袋的接觸面上形成橘紅色的鏽斑，而水溶液也逐漸改變顏色。我們猜測或許時間也會影響生鏽的顏色。

第二部分：不同顏色的鐵鏽的性狀

鐵鏽與磁鐵的吸力情形

鐵能被磁鐵吸住，而鐵鏽是否也能被磁鐵吸住？曾看到網路上有人在討論這個問題，大部分認為鐵鏽是氧化鐵，所以不會被磁鐵吸住。我們很好奇是否如同他們說的一樣，還有不同顏色的鏽與磁鐵的吸力都相同嗎？因此我們將所得的鐵鏽進行與磁鐵的吸力試驗。

二、研究方法

(一)　溶液的製備

1. 液態材料：用量筒量取液態材料，加水配至所需的濃度。
2. 固態材料：用天秤稱量固態材料，加水配至所需的濃度。

(二)　鐵鏽的製備

1. 將鋼棉放入夾鏈袋中，再加入配好的溶液，密封。
2. 靜置 14 天（或實驗的天數）後，吸出鐵鏽的溶液，加水稀釋溶液本身的顏色，最後再以濾紙過濾出鐵鏽。

(三)　pH 值的測定

1. 以廣用試紙沾取配製好的溶液。
2. 比對試紙所顯示的 pH 值。
3. 當 pH = 7 時，溶液為中性；當 pH＜7 時，溶液為酸性；當 pH＞7 時，溶液為中性。

(四)　鐵鏽與磁鐵的吸力試驗

1. 用磁鐵在濾紙背面移動，測試鐵鏽與磁鐵的吸力。
2. 吸力分為：強、中、弱、幾乎無。

磁鐵的吸力	說明
強	輕易吸住整張濾紙
中	稍微可吸住濾紙
弱	能吸起濾紙上的鐵鏽
幾乎無	僅能吸起些微的小粉末

3. 為了區別出吸力「強」的差異性，以一般 A4 紙張切割成濾紙大小，將紙張放置在磁鐵與鐵鏽之間，吸力愈強，可加入的紙張數愈多，直至不能將濾紙整張吸起為止。

伍、研究結果

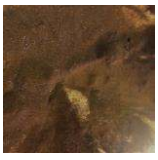
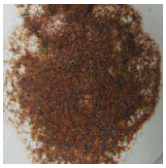
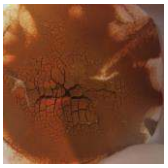
第一部分：影響生鏽顏色的因素

一、不同溶液及 PH 值對生鏽顏色的影響

不同溶液產生的鐵鏽顏色如表一，顏色各異：其中糖、食用醋、茶、老酒、汽水、洗碗精的鐵鏽偏褐色；而水、鹽水、海水的鐵鏽則較偏黑色。我們還發現清水、海水、鹽水、老酒和砂糖的鐵鏽刮下來則呈片狀或小顆粒狀，其餘的鐵鏽則多為粉末狀。

另外，PH 值由低到高，鐵鏽顏色從褐色逐漸轉變成黑色，由此可以推論 PH 值越小，鐵鏽的顏色就越偏橘紅色；反之，當 pH 值越靠近 7，鐵鏽的顏色就越偏黑色。

表一　不同溶液與 PH 值對生鏽顏色的影響

溶液名稱 / PH 值	水 / 6	鹽 / 6	海水 / 6-7	老酒 / 4
鐵鏽顏色	黑褐色	黑色	黑色	橘褐色
溶液名稱 / PH 值	食用醋 / 3	茶 / 5	汽水 / 2	洗碗精 / 4
鐵鏽顏色	淺褐色	褐色	土褐色 	淺褐色
溶液名稱 / PH 值	紅糟水 / 4	砂糖 / 6		
鐵鏽顏色	褐色結晶 	紅褐色 		

二、溶液濃度對生鏽顏色的影響

(一)　鹽水濃度對生鏽顏色的影響

實驗結果如表二，無論鹽水濃度的高低，鐵鏽顏色皆為黑色。

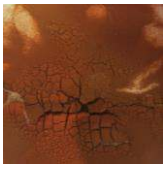
表二　鹽水濃度對生鏽顏色的影響

溶液濃度	飽和	2/3	1/3
鐵鏽顏色	黑色	黑色	黑色

(二)　糖水濃度對生鏽顏色的影響

結果顯示砂糖溶液濃度愈高，鐵鏽的顏色則由橘色系漸漸變為褐色系（表三）。

表三　砂糖溶液濃度對生鏽顏色的影響

溶液濃度	飽和	2/3	1/3
鐵鏽顏色	深褐色	橘褐色 	橘褐色

四、生鏽時間對生鏽顏色的影響

實驗結果顯示，隨著生鏽時間的增長，鐵鏽的顏色也愈來愈黑：水的鐵鏽由淺褐色慢慢變成黑色（表四）；食用醋溶液的鐵鏽由淺褐色逐漸變為深褐色（表五）；鹽水的鐵鏽由紅褐色漸漸的變為黑褐色（表六）。

表四　生鏽時間對水產生鐵鏽顏色的影響

生鏽時間（天）	1	3	5	7
鐵鏽顏色	淺褐色	深褐色	黑色	黑色

表五　生鏽時間對食用醋溶液產生鐵鏽顏色的影響

生鏽時間(天)	1	3	5	7
鐵鏽顏色	淺褐	褐色	橘褐色	深褐色

表六　生鏽時間對鹽水產生鐵鏽顏色的影響

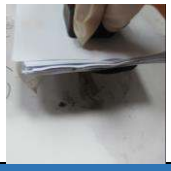
生鏽時間(天)	1	3	5	7
鐵鏽顏色	紅褐色	紅褐色	黑褐色	黑褐色

第二部分：不同顏色的鐵鏽的性狀(鐵鏽與磁鐵的吸力情形)

一、 不同溶液產生的鏽與磁鐵的吸力情形

實驗結果如表七，水、鹽、海水的鐵鏽與磁鐵的吸力強；洗碗精的吸力中等，砂糖的鐵鏽與磁鐵的吸力弱，能吸起較多的鐵鏽；而老酒、汽水、食用醋及茶鐵鏽則幾乎無吸力，僅能吸起些微的鐵鏽粉末。

表七　不同溶液產生的鏽與磁鐵的吸力情形情形

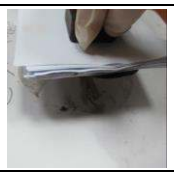
溶液名稱	水	鹽	海水
與磁鐵的吸力	強(29 張)	強(26 張)	強(27 張)
吸力照			
溶液名稱	洗碗精	砂糖	食用醋
與磁鐵的吸力	中	弱	幾乎無
吸力照			
溶液名稱	老酒	汽水	茶
與磁鐵的吸力	幾乎無	幾乎無	幾乎無

吸力照			

二、 不同溶液濃度產生的鏽與磁鐵的吸力情形

實驗結果顯示，無論鹽水的濃度如何，鐵鏽與磁鐵的吸力皆強（表八）。砂糖溶液部分，不論濃度如何，鐵鏽與磁鐵的吸力皆弱（表九）。

表八 不同鹽水溶液濃度產生的鏽與磁鐵的吸力情形

溶液濃度	飽和	2/3	1/3
與磁鐵的吸力	強(26 張)	強(25 張)	強(21 張)
吸力照			

表九 不同砂糖溶液濃度產生的鏽與磁鐵的吸力情形

溶液濃度	飽和	2/3	1/3
與磁鐵的吸力	弱	弱	弱
吸力照			

三、不同生鏽時間產生的鏽與磁鐵的吸力情形

水溶液產生的鏽，隨著生鏽的時間愈長，與磁鐵的吸力逐漸增強（表十）。食用醋及鹽水在第一天時產生的鏽與磁鐵無吸力，但隨著生鏽時間愈長，鐵鏽與磁鐵的吸力也逐漸增強（表十一、十二）。

表十 不同生鏽時間水溶液產生的鏽與磁鐵的吸力情形

生鏽時間(天)	1	3	5	7
與磁鐵的吸力	無	強(0 張)	強(1 張)	強(2 張)

吸力照				

表十一　不同生鏽時間食用醋溶液產生的鏽與磁鐵的吸力情形

生鏽時間(天)	1	3	5	7
與磁鐵的吸力	無	無	弱	弱
吸力照				

表十二　不同生鏽時間鹽水溶液產生的鏽與磁鐵的吸力情形

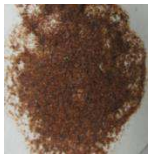
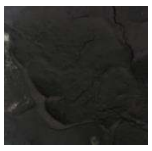
生鏽時間(天)	1	3	5	7
與磁鐵的吸力	弱	強(4 張)	強(5 張)	強(6 張)
吸力照				

陸、討論

一、將不同溶液生鏽顏色比較發現：中性溶液的鐵鏽顏色偏黑色，酸性溶液的鐵鏽顏色大部分都偏橘褐色。

二、酸性溶液的 pH 值越小，鐵鏽的顏色就越偏橘紅色；反之，當 pH 值越靠近 7，鐵鏽的顏色就越偏黑色。如表十三

表十三　PH 值與鐵鏽顏色相關性

酸 ⟶ 中						
PH 值	2	3	4	5	6	7
鐵鏽顏色						

三、鹽水不管濃度高低，鐵鏽的顏色都是黑色，可能是鹽水的 pH 值偏中性的緣故。

四、糖類溶液產生的鐵鏽，幾乎皆為橘色系。砂糖溶液的濃度愈高，鐵鏽的顏色就變得愈深。

五、不論水、鹽水或食用醋溶液，鐵剛開始生鏽時，顏色為紅褐色或淺褐色；生鏽時間愈長，鐵鏽顏色就愈偏黑色。

六、將鐵鏽與磁鐵的吸力和鐵鏽的顏色作比對後發現鐵鏽的顏色與磁鐵的吸力有關係：鐵鏽的顏色愈黑，與磁鐵的吸力就愈強；鐵鏽的顏色愈橘，與磁鐵的吸力就愈弱，甚至沒有磁力。

表十四　磁鐵吸力與鐵鏽顏色相關性

弱 ⟶ 強						
吸力	幾乎無	弱	中	強(4 張)	強(21 張)	強(29 張)

吸力照						

柒、結論

一、影響生鏽顏色的因素

（一）溶液的種類：不同溶液產生的鐵鏽顏色各異，中性溶液的鐵鏽顏色多偏黑色；酸性溶液的鐵鏽顏色大部分偏橘褐色。
（二）溶液的 pH 值：溶液的 pH 值愈偏中性，則鐵鏽顏色愈黑。溶液的 pH 值較低，鐵鏽顏色較偏橘色系；溶液的 pH 值較高時，鐵鏽顏色較偏深褐色。
（三）溶液的濃度：溶液濃度愈高，則鐵鏽顏色愈黑。
（四）生鏽的時間：生鏽時間愈長，鐵鏽的顏色愈黑。

二、不同顏色鐵鏽的差異及相關性

（一）鐵鏽的顏色愈黑，與磁鐵的吸力就愈強；鐵鏽的顏色愈橘，與磁鐵的吸力就愈弱，甚至沒有磁力。
（二）鐵鏽能隨著生鏽時間的增長，從橘色的鏽變成黑色的鏽。

捌、應用

一、實驗結果顯示：不同溶液或濃度以及時間長短產生的鐵鏽不同，而且這些色彩沾附在手上時不易清洗，基於這些特性，我們思考將它作為顏料的可能性。

二、在繪畫方面有一種作畫方式，是以提煉自鹿或牛身上的膠質，混和天然礦石研磨而成的粉末，以水調勻，並以毛筆沾染在紙或木板及岩石上作畫。

三、膠彩畫原是我國「丹青」傳統，也是「工比重彩畫」，畫出的作品即使經過長時間歲月的侵蝕，也不易剝落。

四、如果能夠將生鏽後的鐵鏽濾出，取代天然礦石，不失為再利用的環保觀念。

玖、參考資料及其他

一、南一書局(民 96)，自然與生活科技 6 上教師手冊，p 215-216。
二、南一書局(民 96)，自然與生活科技 6 上備課用書，p 42-54。
三、潘奕呈等，風雲變色－鐵鏽的探討，第四十屆科展國中組。
四、呂宗恆等，課本錯？還是我錯？—鐵生鏽會用掉空氣 vs. 鐵生鏽會產生氣體，第四十七屆科展國小組。
五、周桂秀等，影響鐵生鏽的探討，http://www.isst.edu.tw/s44/quarterly/45/quarterl-45-7.htm。
六、生活化學網路課程，http://chemedu.pu.edu.tw/oxidation/new-oxidation/。

【評語】080205

本研究是針對不同條件下鋼棉氧化產生的鐵鏽，鐵鏽的顏色與磁性的差異作探討。實驗的內容完整而詳盡，對於一個生活中常見的現象有系統的作研究，值得鼓勵。同學並利用不同顏色的鐵鏽作畫，發揮了他們想像力。由於鐵鏽是一個被研究多時的題目，同學可以就得到鐵鏽的顏色及磁性，與文獻中的資料作比對，去了解不同顏色鐵鏽的組成分。