

# 鋼絨生銹問題的探討

高小組化學科第三名

三重市修德國小

作者：章如英、賴佳慧  
等二十人

指導教師：郭正忠、李金城



## 一、研究動機

我們對於國民小學自然科實驗教材第十二冊第二單元“鋼絨”感到很有興趣，同時也在科學研習月刊（第十九期第四卷第3頁）中發現有關的研習題目，另外我們感到第十八屆科展初小組優勝作品“生銹金屬的探討”中關於“鐵生銹研究”這方面的資料內容不完整，無法滿足我們的求知慾，所以我們就在老師的指導下實地做了一些實驗。

。

## 二、研究目的

- (一)從實驗中，去發現問題，觀察求證，尋找結論，培養處理問題的科學觀念，態度和方法。
- (二)從實驗觀察記錄研究，統計綜合整理……等活動中藉以養成實事求是的科學精神以及做事的能力，耐性、興趣和信心。
- (三)透過實驗，使大家明瞭，鐵器生銹的狀況以及防銹的方法。

## 三、研究問題

- (一)鋼絨在各種狀況下生銹情形的比較。
- (二)鋼絨在熱水中的各種狀況下生銹情形的比較。
- (三)鋼絨在各種氣體中生銹情形的比較。
- (四)鋼絨生銹會產生什麼現象？
- (五)鋼絨在酸性、中性、鹼性溶液裏，那一種生銹快呢？
- (六)有什麼簡單的方法，可以防止鋼絨生銹？

## 四、研究設備與器材

- (一)塑膠杯 實驗鐵架 透明試管（付蓋子）50CC橡皮塞
- 尺 燒杯、燒瓶（中間有6m.m 洞孔適於蓋試管）
- 鑷子 導管、滴管 脫脂棉花標籤
- 夾子 酒精燈 石棉心網記錄表
- 乾燥劑 三角架 鋼絨球
- 溫度計 三角燒瓶 食用顏料（綠色）
- 火柴 食用醋 玻璃吸管（直的透明，6mm×20cm）
- 沙拉油 化學土
- 各種溶液（檸檬汁、醬油、可樂、汽水、蘋果西打、養樂多、硼酸水、肥皂水、氨水、酒精、蒸餾水、葡萄糖水、自來水、雙氧水、小蘇打水、漂白水、石灰水）石蕊試紙廣用試紙。

### (二)用品說明：

鋼絨是把鋼削切成細絲，狀如毛絨，也稱鋼絨。含碳量極

多，容易燃燒。一般五金店出售之鋼絨，多為家庭用之鋼絨刷比較粗。實驗生銹之鋼絨儘量選購較細的使用，生銹時其表面積增大，極易看出，也很容易全部生銹，買來後，用鐵剪剪成小塊（4克），圍成直徑約4公分之球狀備用，要注意不要用生有鐵銹的鋼絨。

## 五、研究過程(方法與結果)

研究一：鋼絨在各種狀況下生銹情形的比較：

[ 實驗一 ] 鋼絨在杯口敞開（不加蓋）各種狀況下生銹情形如何？

(一)方法：

1. 準備十三個同樣光潔的鋼絨，以及十三個清潔的透明塑膠杯然後按下列情形處理：

- (1)號杯：放入乾鋼絨球1個。
- (2)號杯：放入浸過醋鋼絨球1個。
- (3)號杯：放入浸過水鋼絨球1個。
- (4)號杯：放入浸過沙拉油鋼絨球1個。
- (5)號杯：放入一半浸過醋，一半是乾的鋼絨球1個。
- (6)號杯：放入一半浸過水一半是乾的鋼絨球1個。
- (7)號杯：放入一半浸過沙拉油一半是乾的鋼絨球1個。
- (8)號杯：倒進2公分的醋，放入鋼絨球1個，一半浸在醋裏，一半露在外面。
- (9)號杯：倒進2公分的水，放入鋼絨球1個，一半浸在水裏，一半露在外面。
- (10)號杯：倒進2公分的沙拉油，放入鋼絨球1個，一半浸在油裏，一半露在外面。
- (11)號杯：倒入醋，能使鋼絨球全部浸沒醋中。
- (12)號杯：倒入水，能使鋼絨球全部浸沒水中。
- (13)號杯：倒入油，能使鋼絨球全部浸沒油中。

2. 十三個塑膠杯都不加蓋。

3. 起初的兩小時，每隔半小時觀察 1 次，以後每 1 小時觀察 1 次。

(二)結果：

由結果顯示：

1. 鋼絨全浸沒在油裏或只要浸過油的地方，都不會生銹。
2. 鋼絨全浸沒在油裏或醋裏，沒有和空氣接觸，所以不會生銹。
3. 除全浸沒在醋裏的鋼絨〔(11)號〕外，凡是把鋼絨放在醋或水裏，並且在有空氣的地方，會生一層棕橘色而很容易碎的鐵銹。
4. 乾絨球在空氣中已實驗一個月了，還沒生銹。
5. 在各種狀況下，鋼絨在醋和空氣交接的部份，生銹最多，在水和空氣交接處，生銹次之。
6. 在同會生銹的狀況下，浸醋的鋼絨比浸水的鋼絨生銹快。而浸水鋼絨比乾鋼絨生銹快。

〔實驗二〕鋼絨在杯口封閉（加蓋）之各種狀況下生銹情形如何？

(一)方法：

1. 準備八個同樣光潔的鋼絨，以及八個清潔的透明塑膠杯，然後按下列的情形處理：  
甲杯：倒入沙拉油，能使鋼絨全部浸入油中。  
乙杯：倒入些水，能使鋼絨下半截沒入水中。  
丙杯：倒入些水，能使鋼絨全部浸沒入水中。  
丁杯：用脫脂棉花吸收些水，放在塑膠杯裏。  
戊杯：放些乾燥劑在塑膠杯裏。  
己杯：除鋼絨外，任何東西都不放入，杯口封閉。  
庚杯：除鋼絨外，任何東西都不放入，杯口敞開。  
辛杯：塑膠杯裝滿水，將鋼絨全浸入水中。
2. 將八個鋼絨球分別放入塑膠裏，丁杯中鋼絨應與濕棉花保持一點距離。

3. 一切準備妥當後，只有庚杯杯口敞開，其餘七杯均用化學土（膠泥）封住杯口。

4. 起初的兩小時，每隔半小時觀察1次，以後每小時觀察1次，等2天起，每天觀察2次。

(二)結果：

由結果顯示：

1. 一星期後比較，其生銹情形如下：

(1)甲杯全浸油中，鋼絨完全沒有生銹。

(2)乙杯中空氣潮濕，生銹很多，尤其鋼絨在水和空氣交接部份，生銹最多。

(3)丙杯鋼絨全浸水中，生銹也很多。

(4)丁杯中空氣潮濕，鋼絨生銹很多。

(5)戊杯中空氣乾燥，鋼絨不生銹。

(6)己、庚、辛杯鋼絨沒生銹。

2. 一個月後，己杯空氣受到限制，鋼絨生了一點銹，庚杯裏外相通，鋼絨也生了一些銹，要比己杯中的多些；至於辛杯則完全沒有生銹。

3. 由實驗一（9號杯），實驗二（乙杯）中的鋼絨浸一半在水中的生銹情形，我們發現實驗二（乙杯）由於加蓋限制了空氣量，所以生銹量比實驗一（9號杯）沒加蓋的少些。

4. 同理，由實驗一、實驗二中鋼絨全浸沒在水中生銹的情形可知，實驗一（12號）沒加蓋較實驗二（丙杯）加蓋生銹多些。

研究二：鋼絨在熱水中的各種狀況下生銹情形的比較：

〔實驗三〕

(一)方法：

1. 準備八個燒瓶，各放入200cc的蒸餾水，能使鋼絨球全部浸沒入水中，分別用酒精燈加熱，使水沸騰，沸點高於攝氏 $100^{\circ}$ ，沸騰後，移去酒精燈，按下列情形處理：

- (1) ㄅ 瓶：沸騰後，立刻放入鋼絨球，不加沙拉油，不加蓋。
- (2) ㄆ 瓶：沸騰後，再過 20 分鐘放入鋼絨球，不加沙拉油，不加蓋。
- (3) ㄇ 瓶：沸騰後，立刻放入鋼絨球，不加沙拉油，加蓋。
- (4) ㄨ 瓶：沸騰後，再過 20 分鐘放入鋼絨球，不加沙拉油，加蓋。
- (5) ㄨ 瓶：沸騰後，立刻放入鋼絨球，注入一層沙拉油於水面，不加蓋。
- (6) ㄊ 瓶：沸騰後，再過 20 分鐘放入鋼絨球，注入一層沙拉油於水面，不加蓋。
- (7) ㄋ 瓶：沸騰後，立刻放入鋼絨球，注入一層沙拉油於水面，並加蓋。
- (8) ㄌ 瓶：沸騰後，再過 20 分鐘放入鋼絨球，注入一層沙拉油於水面，並加蓋。

2. 起初的兩小時，每隔半小時觀察 1 次，以後每 1 小時觀察 1 次，第 2 天起，每天觀察 2 次。

## (二) 結果：

由結果顯示：

1. 本實驗所安排之各種狀況下，水沸騰後立刻放入鋼絨比再過 20 分鐘放入鋼絨的，較容易生銹。
2. 同樣情形下，瓶子不加蓋的鋼絨比瓶子加蓋的鋼絨也較易生銹，除（ㄋ）瓶和（ㄌ）瓶差別較大外，其餘彼此有差別但不大。
3. 不加沙拉油的鋼絨，由於水和空氣接觸（如ㄅ、ㄆ瓶），因此比加沙拉油的較容易生銹；其在 1 小時左右就開始有斑點，2 小時後漸漸的有棕橘色的銹出現，1 天後，不但銹很多，連水也變成淡橘色了。
4. 雖然倒一層沙拉油在水面，也不能完全隔絕空氣，但卻比不加油的生銹的慢，其不加蓋的（如ㄅ、ㄆ瓶）要 2 小時後

始有斑點，1天後始漸漸的有棕橘色的銹出現；而加蓋的（如3号瓶）更是生銹的慢。

5. 同樣是不加蓋，不加油的狀況下全浸在冷水中的鋼絨（實驗一⑫）經過6小時後才開始生銹，而全浸在熱水中的鋼絨（實驗三①②）90分鐘後就開始生銹，可見在熱水中的鋼絨比在冷水中的鋼絨較容易生銹。

6. 同樣是加蓋，不加油的狀況下，全浸在冷水中的鋼絨（實驗二丙）經過8小時後才開始生銹，而全浸在熱水的鋼絨（實驗三①③），2小時後就開始生銹，也可證明在熱水中的鋼絨比在冷水中的鋼絨較容易生銹。

### 研究三：鋼絨在各種氣體中生銹情形的比較

〔實驗四〕鋼絨在二氧化碳中能生銹嗎？

(一)方法：

1. 取50公撮透明試管三支，三支分別塞進乾鋼絨球，浸醋鋼絨球，浸水鋼絨球各一個，三支試管裏都注滿二氧化碳，然後用蓋子塞緊，蓋子的縫隙用膠泥嚴密封住。
2. 像五年級「兩種氣體」單元中，來收集二氧化碳，其方法如圖三。

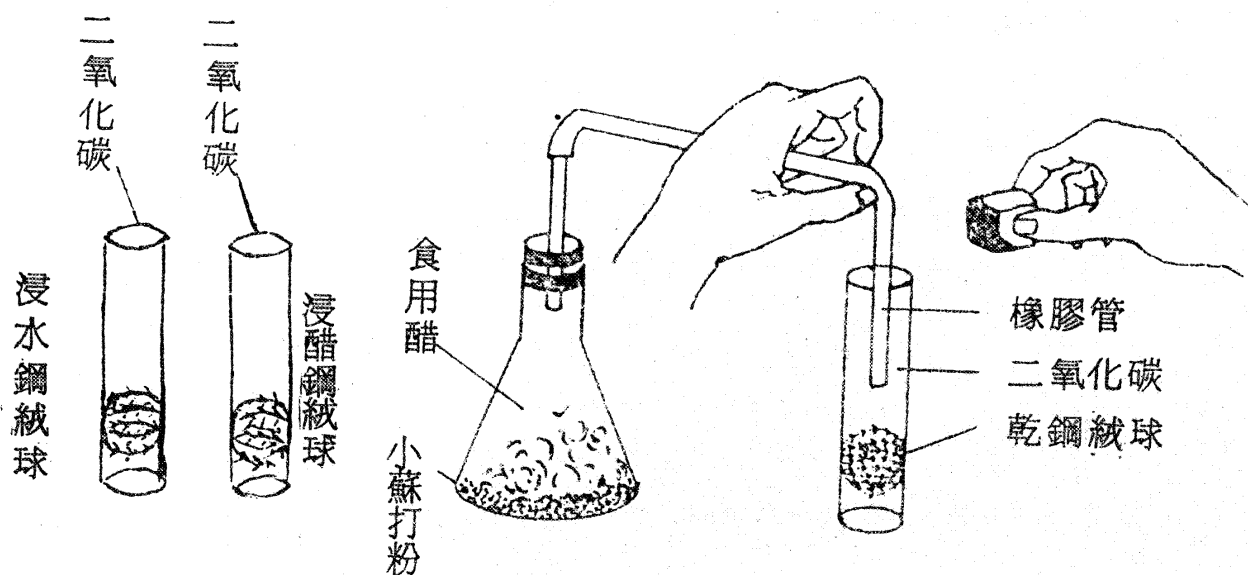


圖 一

3. 觀察三支試管中的鋼絨是不是會生銹？

(二)結果：

我們發現：

1. 乾鋼絨球放在二氧化碳中，經過一個月的實驗還沒生銹。
2. 浸醋鋼絨球放在二氧化碳中實驗，結果有一點點生銹，但變化不大。
3. 空氣中的二氧化碳溶在水裏，也能使鋼絨生銹。

[ 實驗五 ] 鋼絨在氧氣中會生銹嗎？

(一)方法：

1. 取 50 公撮透明試管二支，一支塞進一個乾鋼絨球，另一支塞進一個浸醋鋼絨球，兩支試管裏都注滿氧氣，然後用蓋子塞緊，蓋子的縫隙用膠泥嚴密封住。
2. 像五年級「兩種氣體」單元中，排水集氣法。取一個裝浸醋的試管，放進水槽中注滿水，倒置於水槽裏面，再把橡皮管的一端插進試管中，產生的氧氣進到試管中，並將試管裏的趕到外面去，如圖二。

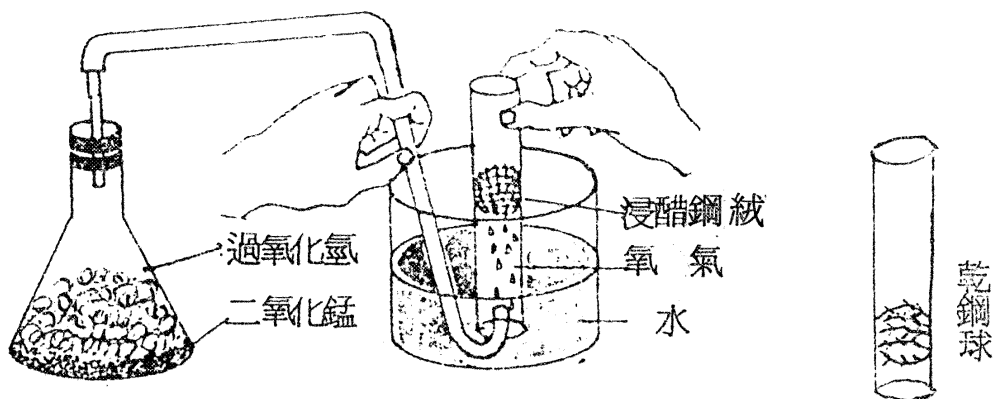


圖 二



3. 觀察二支試管中的鋼絨球是不是會生鏽？

(二) 結果：

我們發現：

1. 乾鋼絨球放在氧氣中，經過一個月的實驗，還沒有生鏽。
2. 浸醋鋼絨球在氧氣中，生鏽很多。

[ 實驗六 ] 在氧氣中的鋼絨比在空氣中的鋼絨生鏽的多呢？還是少？生鏽的快？還是慢？

(一) 方法：

1. 取 50 公撮透明試管二支，各塞進一個浸醋鋼絨球。
2. 像五年級「兩種氣體」單元中，排水集氣法來收集氧氣（如圖二）。取一支有收集氧氣的試管，將管口垂直的插進水槽底部的化學土中使其直立。如圖三(1)。
3. 再取另一支沒有收集氧氣的試管，垂直的插進水槽底部的化學土中，也使其直立。如圖三(2)。

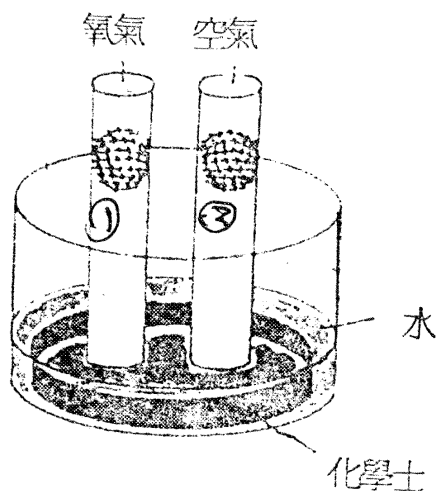


圖 三

4. 24 小時後觀察二支試管中的鋼絨生鏽的情形。

(二) 結果：

由實驗結果顯示：

1. 兩支試管裏，綠水上升的高度有些不同，各自高度如表四。

2. 浸醋鋼絨在氧氣中，比在空氣中生的銹較多些。

3. 在氧氣中的鋼絨比在空氣中的鋼絨生銹的快。

研究四：鋼絨生銹會產生什麼現象？

〔實驗七〕鋼絨浸在水裏與浸在醋裏有什麼現象產生？

(一)方法：

1. 準備二支透明試管和二個空塑膠杯。

2. 一支試管內塞進鋼絨球一個，注滿清水，蓋緊蓋子，用大頭針在蓋子中間穿一孔，將試管倒置一個空塑膠杯裏。如圖四甲。

3. 另一支試管內塞進鋼絨球一個，注滿食用醋，蓋緊蓋子，用大頭針在蓋子中間穿一孔，將試管倒置另一個空塑膠杯裏，如圖四乙。

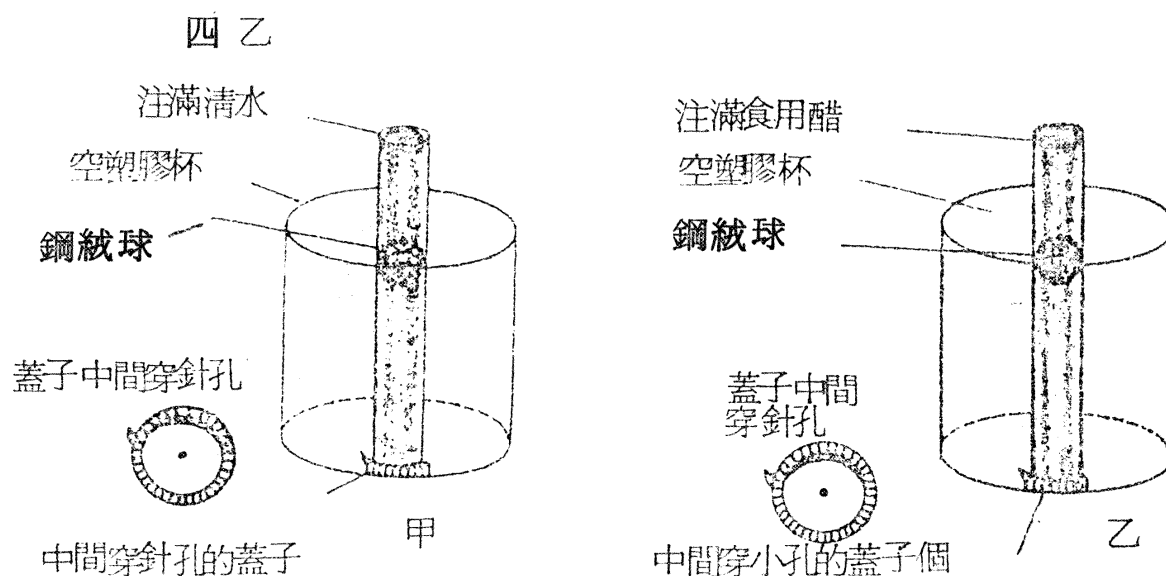


圖 四

4. 每天觀察二支試管中的鋼絨生銹情形及發生的現象。

(二)結果：

由結果我們發現：

1. 甲管注滿醋的鋼絨發現有氣泡，產生了另一種氣體。

2. 甲試管裏的醋，下降了很多，是因為被產生的氣體，趕出

試管之外去了。

3. 要檢查產生的氣體是什麼？其方法如下：

左手握著試管，管口向下，右手擦燃火柴，掀開試管蓋，火柴移近試管口，發生爆音，可知這氣體是氫氣。

[ 實驗八 ] 鋼絨生銹會產生熱嗎？

(一)方法：

(1)把四個鋼絨球，各別浸醋、浸醬油、浸肥皂液、浸水，然後分別放在塑膠罐的蓋子上。

(2)取 4 支溫度計，分別將球部靠近鋼絨球，罩上塑膠罐施緊，使溫度計上端倚立在罐壁上。

(3)用膠泥將蓋子上的縫隙和插吸管的縫隙，嚴密的封住，勿使空氣進到罐子裏面，而罐子裏面原有的空氣，也不要逸出。如圖五。

(4)放在二罐中的溫度計，須選用沒有誤差之溫度計，並須將剛完成裝置時的度數記錄下來。

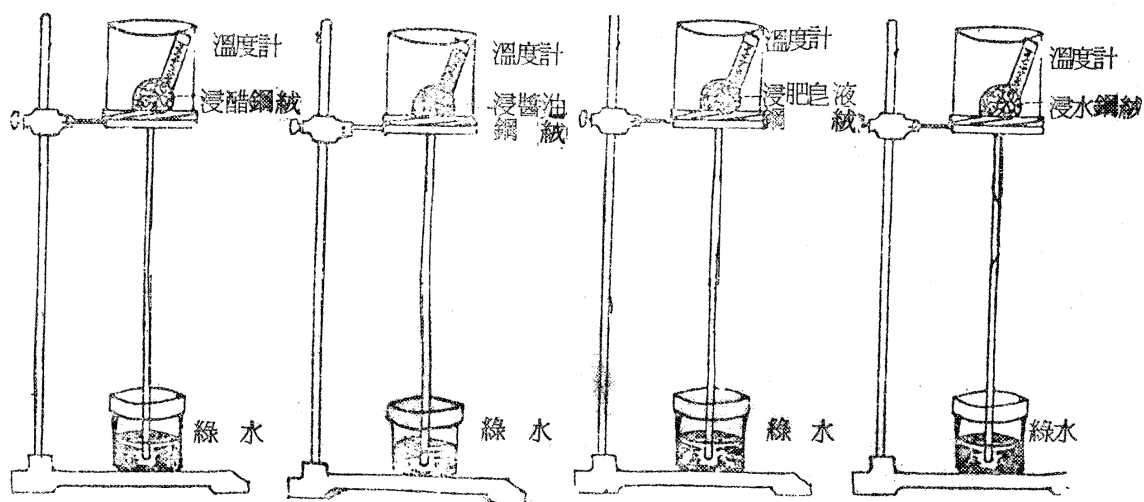


圖 五

## (二)結果

由結果顯示：

1. 鋼絨生銹能產生熱，不過在水中生銹過程進行得很緩，不很容易覺出在發熱。
2. 浸醋鋼絨生銹時會生熱，浸醬油鋼絨也會生熱，兩者都是酸性溶液，生的熱都比浸水鋼絨生的熱較高，可見酸性溶液能促使鐵加速生銹。
3. 浸肥皂液鋼絨生銹也會生熱，是屬於鹼性溶液，比浸水鋼絨生的熱高，但較浸醋、浸醬油生的熱低。

研究五：鋼絨在酸性、中性、鹼性溶液裏，那一種生銹快呢？

[ 實驗九 ] 在酸性、中性、鹼性溶液裏生銹的實驗。

(一)方法：

1. 取藍色及紅色石蕊試紙各五張，剪成小塊，排列在紙上，檢驗各溶液的性質。
2. 準備食用醋、檸檬汁、硼酸水、肥皂溶液、稀氨水和漂白粉溶液等十九種水溶液各 30 公撮。
3. 取玻璃棒蘸一種溶液，分別滴在藍色及紅色石蕊試紙上，觀察顏色的改變。玻璃棒沖洗乾淨，再蘸另一種溶液。一直把每一種溶液都檢驗完。
4. 食用醋、檸檬汁、硼酸水等溶液，滴在藍色石蕊試紙上變成紅色，滴在紅色石蕊試紙上則不變色，這種溶液是酸性。
5. 食鹽水、葡萄糖液、自來水、雙氧水等溶液是中性。
6. 肥皂溶液、稀氨水、漂白粉等溶液，滴在紅色石蕊試紙上變成藍色，滴在藍色石蕊試紙上則不變色，這種溶液是鹼性。
7. 實驗裝置如圖六
  - (1) 取鋼絨球浸於酸性及鹼性、中性的各種溶液中。
  - (2) 取出浸好的鋼絨球，用力甩掉鋼絨上的水分，塞進試管底部。

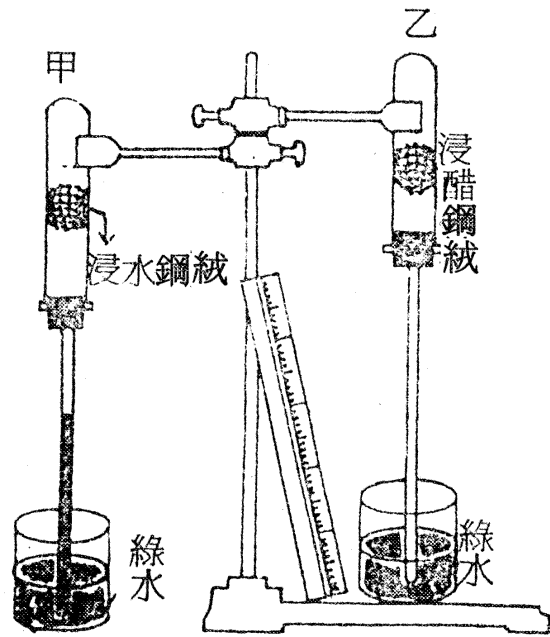


圖 六

(3)取中間有 6 mm 洞孔的橡皮塞，蓋緊試管口。

(4)取硬塑膠管 1 支，一端插進橡皮塞中，將試管倒過來，另一端則插進裝綠水的塑膠杯裏。

(5)用實驗鐵架上的鐵鉗，夾住試管。

8. 測量綠水上升的高度，觀察鋼絨生銹的情形。

(二) 結果：

由結果顯示：

1. 鋼絨在酸性中生銹比在鹼性中生銹的快。
2. 鋼絨在醋中生銹最快，其次是在醬油中、養樂多裏等。
3. 鋼絨在自來水、雙氧水、小蘇打水、漂白粉溶液中，經過 15 小時後，綠水仍沒上升，可見在這些溶液中不易生銹，甚至不生銹，這些溶液是中性或接近中性。
4. 鋼絨在中性溶液中，有的不會生銹，有的會生銹，但其速度也比不上在酸性溶液中的速度。

註：多選幾種試樣，可避免只用一、二種溶液所產生的誤差，同時又可將鋼絨球在不同溶液中生銹的情形加以分類。

研究六：有什麼簡單的方法可以防止鋼絨生銹？

〔實驗十〕

(一)方法之一：將鋼絨置於火上直接加熱。

結果：

(1)加熱後表面上已生黑銹的鋼絨再放入水中，都不再繼續生銹。

(2)黑色的鐵銹，是鐵和氧氣的化合物，這種銹很牢固，像一層膜一樣，能夠防止氧氣通過，使裏面的鋼絨不會繼續生銹，氣槍的槍管就是其中的一個例子。

(二)方法之二：鋼絨的表面塗油或浸沒油中，例如沙拉油等。

結果：可以防止鋼絨生銹。

應用：螺釘帽、刀、鋸、鑿、剪、鉗等，使用完了以後，在其表面，塗一層油，不會生銹。

(三)方法之三：鋼絨的表面塗漆，例如：油漆。

結果：可以防止鋼絨生銹，不過漆剝落了，鋼絨又會生銹。

應用：家庭用的鐵椅子、鐵窗框、鐵門等塗油漆，有防銹功能又增美觀。

(四)方法之四：鋼絨塗瀝青。

結果：可以防止鋼絨生銹。

應用：鋪設屋頂的鐵板，塗瀝青可以防銹。

(五)方法之五：裝置如實驗七，然後試管裏裝滿水，將鋼絨球全浸水中，用蓋子塞緊，然後用化學土（膠泥）將蓋子的縫隙嚴密封住。

結果：鋼絨沒有生銹，因為湮沒在水裏的鋼絨，沒有空氣不會生銹。

實驗說明：以上防銹法，是我們經過一個月的觀察所得的結果，或許可作為大家的參考。

## 六、討論與結論

- (一)由實驗得知，鋼絨所以會生銹，是由於鋼絨在有水份的地方和空氣中的氧結合，鐵和氧因而發生化學作用，產生了氧化鐵，就形成了鐵銹。
- (二)空氣中一定要有水份，否則沒有水中的氧氣，銹就無法形成。原來只有當空氣中的氧氣一旦溶解在水裏，才會使鐵生銹。
- (三)在靠近水面的部份，與空氣距離最近，水中所溶解的氧也最多，所以容易生銹。
- (四)鐵生銹後，除了原來的鐵以外，又含有氧和水，因此比原來的鐵重。
- (五)空氣中的二氧化碳也會使鐵產生化學變化，但生銹很慢且不多。
- (六)生銹過程是很複雜的化學反應。當鐵正在生銹過程時，即氧化反應時，會產生熱。不過生銹過程進行得很緩慢，不很容易覺出在發熱，通常加些酸性溶液如醋，促使鐵加速生銹。
- (七)在實驗“浸醋鋼絨生銹”，綠水在試管中有上升和下降的現象，是因為管裏的醋和鋼絨的作用消耗了空氣中的氧，外面空氣的壓力，把綠水壓上去了。醋和鋼絨的作用產生新的氫氣，又把綠水趕下去了。
- (八)酸能加速鐵生銹，在特殊的實驗裝置中，能夠看出氧氣的耗損和氫氣的產生。
- (九)金屬在有水的地方容易生銹；在溫度高的時候更容易生銹。如果水沸騰後加入鋼絨很快生銹。雖然倒入植物油，但不能有完全隔絕作用，因此照樣生銹。
- (十)鐵銹一旦產生，即使在乾燥空氣中銹也會延展，使整塊鐵片都銹掉，因為鐵銹的粗糙面易於讓空氣中的濕氣在那裡附着並凝結。所以要防止生銹，從開始就要防止，一旦生了銹，再想防止它延展就困難多了。
- (十一)由於鋼鐵製品往往都需要存放很久，因此防止它們生銹是一件

很重要的事，已知生銹是金屬和氧、水發生作用的結果。因此如果利用隔絕金屬和這些物質的原理，便可防止生銹。

## 七、應 用

其他防銹的方法：

(一)器皿上的銹，例如玻璃上的銹可用稀酸（如稀硫酸）擦拭，但手不要碰到酸。

(二)幾種金屬的保管方法：

1. 刮鬍刀片，用塗有油質的紙包裹保管而不生銹。

2. 縫衣針多用錫箔包裹也不生銹。

鐵釘用紙包好，放在蓋緊蓋子的罐子裏，也不會生銹。

曬衣架掛的都是濕衣服。因為有水，為了避免衣架生銹，可在鐵絲之外面包上一層塑膠。

(三)鍍金屬的防銹方法：

1. 建築房屋，鋪設屋頂之鐵板，及水桶等，大多鍍有一層鋅，以防止生銹，時間久了鋅會生銹，這種銹不但不會繼續產生且有保護作用。

2. 新的腳踏車，由於外表鍍過金屬，顯得很光亮，也可防銹，但用久後外層鍍的金屬被磨破就容易生銹了。

3. 做罐頭的馬口鐵鍍了一層錫；自來水筆插上，鍍著一層鎳；熱水器表面鍍一層鎂金屬；暖氣管上塗著鋁漆等，都可以防銹。

4. 家庭用具的瓦斯爐塗漆，小轎車噴漆等，既具防銹之功能，又增美觀。

(四)合金可以防銹

先把鐵煉成鋼，再在鋼中加入其他金屬，製成不銹鋼，使鐵得到充分運用。



評語：本作品實驗種類詳盡，顯示設計周詳，具正確科學態度。

實驗器材繪圖明白，結果列表詳實，參考資料亦列出，頗稱完整。

研究結果中如防銹法，可應用於日常生活中，有實用價值。

唯若干實驗，應於事前預定其效果，即應列明實驗目的，以期事後能達到實驗目的，不宜作盲目無目的之實驗，徒增無益之結果。