

【2021 科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

題目名稱：「筆墨」恢復術—以水性、中性原子筆為例

一、摘要

本研究主旨為「如何讓斷水的筆能夠正常書寫」，使筆恢復墨水的方法有許多種，但不同方法所達成的效果有限，因此我們決定第一階段使用「將筆固定距離反覆來回畫」、「泡在不同溫度的水」、「以酒精燈加熱筆頭」、「自創方法」進行實驗，其中以「泡 100 度的熱水」、「加熱筆頭」最為方便以及有效率；第二階段研究關於「自創方法」的可行性，使用小風扇以及大風扇進行對比，透過改變電風扇轉速，能夠了解哪種狀況最能夠讓斷水的筆在短時間內恢復原狀。我們將探討其中的物理原理，並應用在日常生活。

二、探究題目與動機

這次的實驗主要想探討各種方法對恢復斷水的筆的效果及何種方法能夠最有效地解決斷水的問題，每個人在日常生活中，一定有過寫作業寫到一半，一不留神筆掉落至地面，撿起後發現筆斷水的現象吧？有的原子筆單價較高，人們為了使筆的墨水恢復，有些人會選擇在紙上反覆來回畫，而有的人則是會將筆甩一甩，或是運用各種方法，直至墨水恢復原狀。

我們發現有些情況能夠成功使筆恢復，但有些無法有效地發揮作用，因此我們想藉由此實驗探討用何種方式能夠結合隨手可得的物品，在最短的時間內，讓斷水的筆恢復原狀，在活動中，我們會針對人們常用方法進行分析。

三、探究目的與假設

1. 研究筆頭來回摩擦是否能產生效果。假設筆頭在相同紙上固定距離，來回摩擦越多次，能提高筆恢復原狀的機率。
2. 探索溫度高與低是否能成為讓筆恢復的因素。假設將筆放置高溫水中，水高度高於墨水，筆管內墨水會因為熱脹冷縮的關係，開始流動，然後出水。
3. 探討加熱筆頭是否能因金屬筆頭導熱快的因素，增加墨水平均動能。假設將斷水的筆加熱 2 秒後，在墨水不碳化的情況下，能夠有效正常書寫。
4. 探究加快摩擦速度是否能让斷水的筆出水。假設小風扇的轉速較慢，摩擦小因此較難將斷水的筆恢復原狀；而大風扇能調整轉速，當轉速越大，越能讓斷水的筆恢復原狀。

四、探究方法與驗證步驟

1. 實驗材料

材料	數量
1.1 斷水的水性原子筆	n 隻
1.2 紙	n 張
1.3 水(常溫、溫、熱水)	各 250 毫升
1.4 量杯	3 個
1.5 溫度計	1 隻
1.6 酒精燈	1 盞
1.7 15 公分的尺	1 把

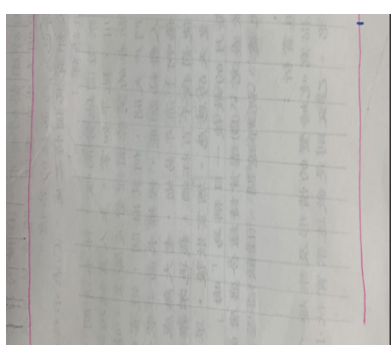
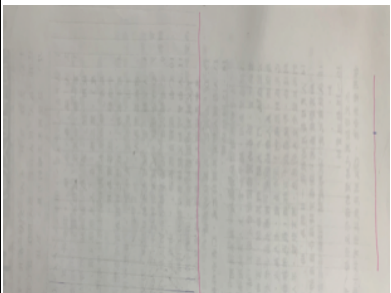
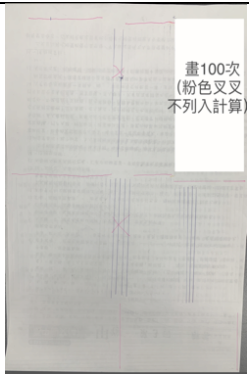
表一、實驗器材

2. 研究筆頭來回摩擦是否能產生效果

2-1 實驗步驟

- I. 使用斷水的筆在紙上畫 10 公分直線
- II. 來回畫 10、50、100 次
- III. 觀察其變化及比對結果

2-2 實驗結果

		
在紙上畫 10 次	在紙上畫 50 次	畫 100 次 (粉色叉叉不列入計算)

表二、實驗結果

2-3 實驗分析

實驗結果顯示，畫記 10 次，紙上無明顯墨水痕跡；畫記 50 次，紙上無墨水痕跡；畫記 100 次，在第 63 次時才有墨水跑出，但至第 65 次時又逐漸無明顯墨水，因此此方法不論畫記多次或少次，都無法讓筆恢復正常書寫的樣子，「筆頭來回摩擦」無法有效率在短時間內使筆恢復原樣，因此無效。


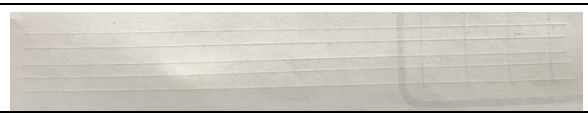
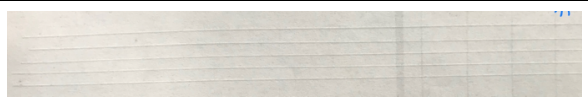
3. 探索溫度高與低是否能成為讓筆恢復的因素

3-1 實驗步驟

- I. 使用斷水的筆放入常溫水（25 度）、溫水（65 度）、熱水（100 度）中，杯內水的高度高於筆管內墨水高度
- II. 靜置於 25 度及 65 度的水 2、5、10 分鐘，以及靜置於 100 度的水 20、40、60 分鐘，
- III. 時間到後將筆拿出，在紙上以固定距離畫記 5 次
- IV. 觀察並推論

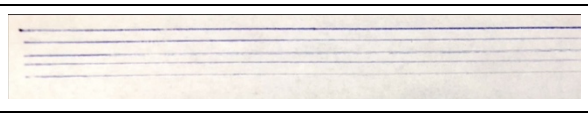
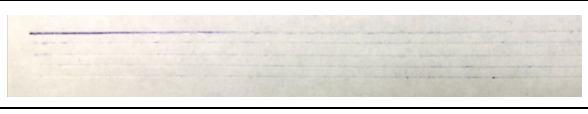
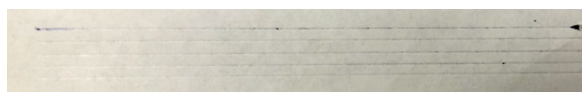
3-2 實驗結果

3-2.1 靜置在 25 度的水，固定距離畫記 5 次

2 分鐘	
5 分鐘	
10 分鐘	

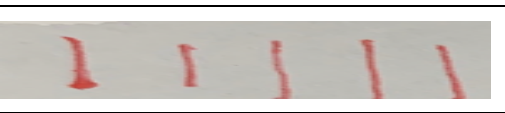


表三、靜置在 25 度的水，畫記結果

3-2.2 靜置在 65 度的水，固定距離畫記 5 次

2 分鐘	
5 分鐘	
10 分鐘	

表四、靜置在 65 度的水，畫記結果

3-2.3 靜置在 100 度的水固定距離畫記 5 次

20 分鐘	
40 分鐘	
60 分鐘	

表五、靜置在 100 度的水，畫記結果

3-3 實驗分析

由實驗結果得知，將筆靜置於 25 度時，並無明顯的效果；而靜置於 65 度的水時，浸泡 2 分鐘後，書寫時有些許墨水跑出，畫記次數越多，無明顯墨水跑出；靜置於 100 度時，浸泡 20、40、60 分鐘後，墨水皆穩定輸出。對比之下，靜置於 100 度的水時的效果最佳且無論時間長短，都能夠使墨水恢復並正常書寫。我們將筆靜置於 25、65 度時效果皆不明顯，推測 25 度時無法讓墨水達成熱脹冷縮，所以無效果；65 度時可能因水溫受環境溫度影響逐漸下降至約 50 度左右，實驗結果不如預期；100 度的水溫較高，因此水溫隨環境變化的速度較慢下降至約 90 度左右，使實驗效果最佳。

4. 探討加熱筆頭是否能因金屬筆頭導熱快的因素，增加墨水平均動能

4-1 實驗步驟

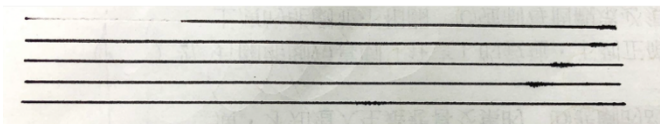
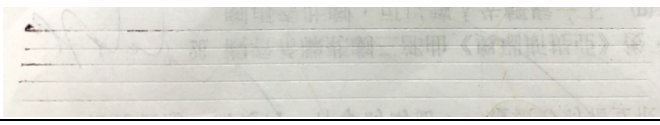

- I. 使用斷水的筆以酒精燈加熱
- II. 將筆頭放至在酒精燈上方約 2 公分處加熱 2 秒
- III. 再改變加熱時間為 4、8 秒
- IV. 在紙上畫觀察結果

4-2 實驗示意圖：



圖一

4-3 以不同的時間加熱筆頭

共 2 秒	
共 6 秒	
共 14 秒	筆頭融化，無法畫出 

表六、以不同的時間加熱筆頭的實驗結果

4-4 實驗分析

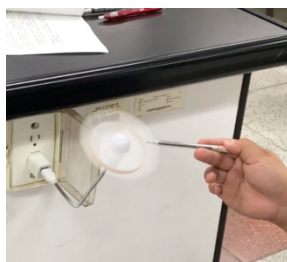
由實驗結果可得知，在加熱 2 秒後，筆開始穩定出水，甚至有點小爆水現象；燃燒 6 秒後，已無法繼續出水，推測筆頭毀損或墨水已經碳化；燃燒 14 秒後，推測因金屬筆頭導熱快，導致筆頭融化，無法畫出色。因此我們推論**加熱筆頭可以讓筆墨熱脹冷縮，恢復原狀，但需要掌控好時間，以免筆墨碳化或者筆頭導熱過快，導致整支筆毀損。**

5. 自創方法

5-1 實驗步驟

- I. 在小電風扇的扇葉底下，夾入塑膠蓋周圍黏紙
- II. 將小電扇連接電源
- III. 筆輕輕靠近，測試 10、30、70 秒
- IV. 畫在紙上，固定距離畫記 5 次
- V. 重複 1~4 步驟對另一支筆進行實驗，進行觀察與推論

5-2 實驗示意圖：



圖二



圖三



圖四

5-3 實驗成果（畫記順序如箭頭所示）

時間	小風扇		大風扇	
	第一組	第二組	第一組	第二組
10 秒	 轉速固定	 轉速固定	 轉速快到慢	 轉速快到慢
30 秒	 轉速固定	 轉速固定	 轉速快到慢	 轉速快到慢

表七、自創方法的實驗結果

5-4 實驗分析

由實驗結果可看出，使用小風扇將筆靠在紙上 10 秒後，在紙上畫記，起初可畫出顏色但狀況不穩定，直至第 3 條時才有明顯輸出，但第 4、5 條時又開始不穩定，因此再放上 20 秒時後，發現前 3 條畫出的狀況不太穩定，但畫至第 4 條時墨水逐漸穩定輸出。接著，使用大電風扇固定時間但改變轉速，同時測試風扇轉速與時間對實驗變因的影響，使用大風扇將筆靠在紙上 10 秒後，在紙上畫記，發現轉速慢時，墨水較能穩定輸出，但顏色不明顯；然而，轉速過快，導致力道太大，可能因為不好控制筆，使筆沒有完全接觸紙面而懸空，而產生反效果，使墨水呈現持續斷水的狀態。綜上所述，**無論轉速是否固定，轉動的時間需要拉長，才能讓筆最有效率恢復，但是轉動速度不可過快，以免筆頭損傷，產生反效果。**

五、結論與生活應用

透過四個實驗，我們發現「泡 100 度的水」、「以火加熱筆頭 2 秒」、「自創方法」，皆能有效地使墨水恢復。

1. 「筆頭來回摩擦」不論畫記多次或少次，都無法讓筆恢復正常書寫的樣子。
2. 「泡 100 度的水」會使墨水熱脹冷縮程度達到最大，是筆墨能夠有效地出水。
3. 「加熱筆頭」可以讓筆墨熱脹冷縮，因此能出水，但需要掌控好時間，以免筆墨碳化或者筆頭導熱過快，導致整支筆毀損。
4. 「自創方法」中，無論轉速是否固定，轉動的時間需要拉長，才能讓筆最有效率恢復，但是轉動速度不可過快，以免筆頭損傷，產生反效果。

在生活中有很多東西是由石油提煉而成，特別是筆，是每個人在日常生活中必須使用到的產品之一，但是有時候人們會不小心將筆掉落到地面，而導致斷水，在這次實驗當中我們尋找了四種方式「筆頭來回摩擦」、「泡 100 度的熱水」、「加熱筆頭」、「自創方法」，其中以「泡 100 度的熱水」、「加熱筆頭」最為方便以及有效率，能夠讓大家在生活中使用，讓斷水的筆恢復正常，不造成過度浪費。

參考資料

1. 周大景、羅奕旻 (2010)。原子筆斷水之研究：小論文。
<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2010/11/2010111510401660.pdf>。