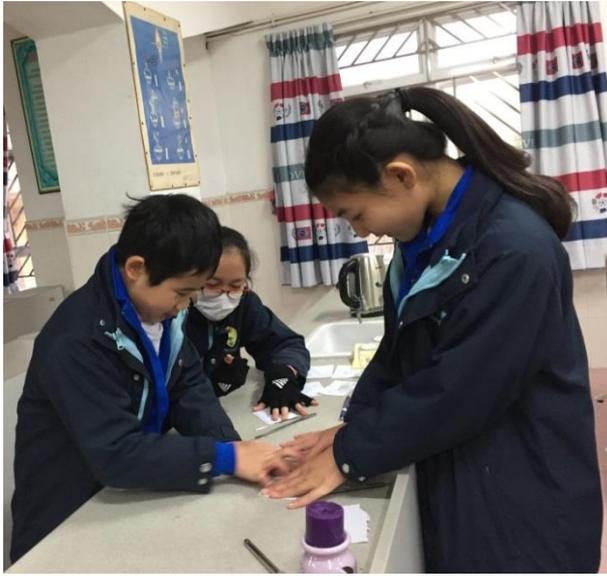


神奇的可擦原子筆



學校名稱： 聖瑪大肋納學校(分校)

研究員姓名： 葉雅文 梁芷淇
李嘉惠 黎思諾

指導老師姓名： 黃家業老師

報告完成日期： 2018 年 4 月

目錄

摘要.....	II
1 緒論.....	1
1.1 研究動機.....	1
1.2 研究目的.....	1
1.3 研究問題.....	1
1.4 文獻探討.....	1
1.5 研究進程.....	2
2 研究過程.....	3
2.1 實驗一 可擦原子筆的膠頭能否擦去可擦原子筆的字跡.....	3
2.2 實驗二 用手指摩擦能否擦去可擦原子筆的字跡.....	4
2.3 實驗三 吹風筒的熱風能否使可擦原子筆的字跡褪色.....	5
2.4 實驗四 燃燒蠟燭產生的熱量能否使可擦原子筆的字跡褪色.....	6
2.5 實驗五 溫度與可擦原子筆的字跡褪色的關係.....	7
2.6 實驗六 溫度與可擦原子筆的字跡復色的關係.....	9
2.7 實驗七 橡皮擦清潔鉛筆字跡和可擦原子筆字跡的能力的比較.....	11
2.8 實驗八 可擦原字筆的膠頭清潔鉛筆字跡和可擦原子筆字跡的能力 的比較.....	13
3 研究總結及建議.....	15
3.1 研究結論.....	15
3.2 研究建議.....	15
3.3 研究後感想.....	16
4 參考資料.....	17

摘要

可擦原子筆的出現為人們的生活帶來方便，本實驗的目的是研究可擦原子筆的褪色和復色的原理及條件，可擦原子筆的膠頭和橡皮擦的比較。

研究表明，可擦原子筆的褪色的條件是高溫，環境的溫度必須高於 60°C 才能達到褪色的理想效果；相反，可擦原子筆的復色的條件則是低溫，環境的溫度必須低於 -10°C 才能使已褪色的字跡復色；橡皮擦清潔鉛筆筆跡的效果理想，但它清潔可擦原子筆筆跡的效果不佳；可擦原子筆的膠頭清潔可擦原子筆筆跡的效果理想，但它清潔鉛筆筆跡的效果不佳。

1 緒論

1.1 研究動機

四年級的時候，我拿着我的作文去過塑，準備投稿學校的作文大賽。結果，作文上的字全都消失了，我感到非常疑惑。星期一上學的時候，我把事情的經過告了科學老師，鄧老師說：「這是因為你使用了可擦筆去寫作的緣故。」聽到這裏，我頓時對可擦筆產生了許多疑問和濃厚的興趣。

讓我們一起通過各種實驗，去享受屬於我們的「可擦筆之旅」吧！

1.2 研究目的

- 1.2.1 了解可擦原子筆的墨水成分；
- 1.2.2 了解可擦原子筆的墨水顏色褪色和復色的原理；
- 1.2.3 找出能使可擦原子筆的墨水顏色褪色的方法；
- 1.2.4 不同溫度對可擦原子筆的墨水顏色褪色和復色的影響；
- 1.2.5 橡皮擦與可擦原子筆的膠頭對鉛筆字及可擦原子筆字的清潔能力的比較。

1.3 研究問題

- 1.3.1 可擦原子筆的墨水包含哪些成份？
- 1.3.2 為甚麼可擦原子筆的墨水的顏色可以褪色？
- 1.3.3 可擦原子筆的墨水的顏色褪色的條件是甚麼？
- 1.3.4 為甚麼可擦原子筆的墨水的顏色可在褪色後復色？
- 1.3.5 可擦原子筆的墨水的顏色復色的條件是甚麼？
- 1.3.6 橡皮擦可以清除用可擦原子筆寫的字跡嗎？
- 1.3.7 可擦原子筆的膠頭可以清除用鉛筆寫的字跡嗎？

1.4 文獻探討

1.4.1 可擦原子筆的墨水成分

可擦原子筆的墨水成分包括選擇顏色的發色劑，決定顏色的深淺的顯色劑和用來決定變色的溫度的變色溫度調整劑。

1.4.2 可擦原子筆的墨水顏色褪色的原理

在常溫下當發色劑和顯色劑形成鍵結時，墨水就會顯色，當我們擦拭時，摩擦生熱，發色劑和顯色劑斷鍵，顯色劑和變色溫度調整劑形成鍵結時，就會使墨水顏色消失。

1.4.3 可擦原子筆的墨水顏色復色的原理

當溫度在 -10°C 時，變色溫度調整劑將和顯色劑分開，發色劑和顯色劑會再次形成鍵結而顯色。

1.4.4 溫度計的原理及使用方法

溫度計內含有一些液體，通常是酒精或水銀。

液體常因冷熱變化而引起脹縮的現象；當溫度增加時，它的體積會膨脹，因此液面的高度會升高；溫度下降時，體積會縮小，液面的高度隨之下降；當溫度不變時，液面的位置也不變。

將溫度計與待測物接觸，直到溫度計上的液柱不再變化，此時溫度計所顯示的刻度讀數，即為該物體的溫度。

1.4.5 冰水混合物的簡介

將足量的冰與低溫水混合均勻，溫度平衡后，在冰徹底融化完前，理論上混合物為 0°C 。

一般把冰水混合物作為 0°C 的溫度參考，要注意的是，在實驗室中一般測得的冰水混合物溫度在 $0-4^{\circ}\text{C}$ 左右，而不是 0°C 。

1.4.6 橡皮擦的清潔原理

橡皮擦的原理其實是藉由摩擦將石墨粉末攪和在橡皮中，石墨粉末就會混合在橡皮擦屑中。

1.4.7 鉛筆筆芯的結構及寫字的原理

鉛筆芯的主要成分都是石墨。其實鉛筆的筆芯是用石墨和粘土按一定比例混合制成的。

用鉛筆在紙張上書寫時，石墨的粉末便會附著於紙張的表面。

1.5 研究進程

1.5.1 2017年11月上旬組成研究小組及確定研究的題目；

1.5.2 2017年12月至2018年1月中旬搜集文獻資料，並設計實驗；

1.5.3 2018年1月下旬至2月上旬，進行實驗並記錄實驗結果；

1.5.4 2018年2月中旬至4月上旬，整理實驗數據，撰寫研究報告初稿，並提交；

1.5.5 2018年5月至6月，修訂初稿，準備匯報；

1.5.6 2018年7月，進行匯報。

2 研究過程

2.1 實驗一 可擦原子筆的膠頭能否擦去可擦原子筆的字跡

2.1.1 實驗假設

可擦原子筆的膠頭可以擦去可擦原子筆的字跡。

2.1.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙。

2.1.3 實驗步驟

2.1.3.1 在一張白紙用可擦原子筆寫上文字，並用原子筆標記① - (1)。

2.1.3.2 重複步驟(1)兩次，並分別用原子筆標記① - (2) 和① - (3)

2.1.3.3 用可擦原子筆的膠頭擦去字跡。

2.1.3.4 觀察並記錄。

2.1.4 實驗結果

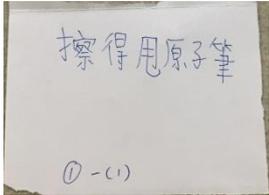
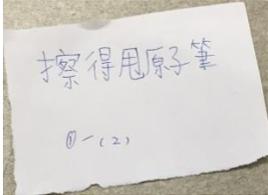
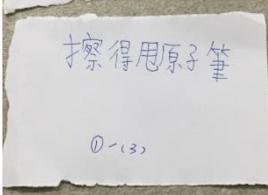
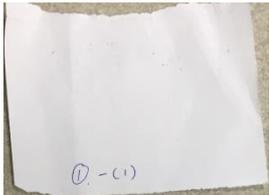
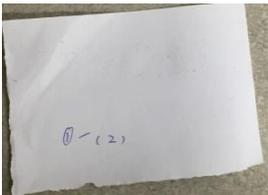
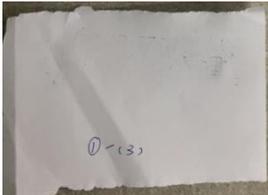
	① - (1)	① - (2)	① - (3)
實驗前			
實驗後			
	字跡消失。	字跡消失。	仍有少許字跡。

表 2.1.1 實驗 1 結果記錄表

2.1.5 結果分析

用可擦原子筆的膠頭擦了筆跡後，筆跡會消失。這是因為在可擦原子筆與紙張摩擦的過程中會產生熱，從而使溫度上升，當溫度上升到一定程度後，筆跡中的發色劑和顯色劑會斷鍵分開，然後顯色劑會和變色溫度調整劑結合，使墨水顏色消失，所以筆跡亦隨之消失。

2.2 實驗二 用手指摩擦能否擦去可擦原子筆的字跡

2.2.1 實驗假設

用手指摩擦可以擦去可擦原子筆的字跡。

2.2.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙。

2.2.3 實驗步驟

2.2.3.1 在一張白紙用可擦原子筆寫上文字，並用原子筆標記② - (1)。

2.2.3.2 重複步驟(1)兩次，並分別用原子筆標記② - (2) 和② - (3)

2.2.3.3 用手指摩擦可擦原子筆的字跡約 30 秒。

2.2.3.4 觀察並記錄。

2.2.4 實驗結果

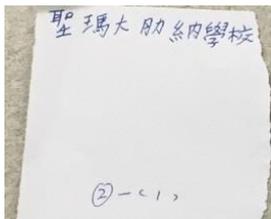
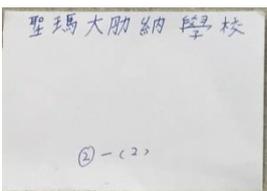
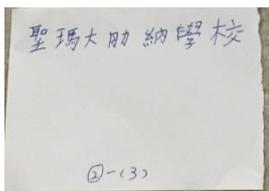
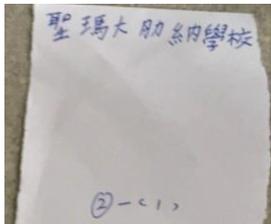
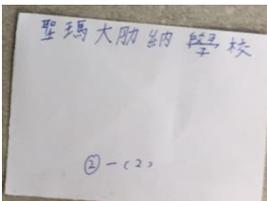
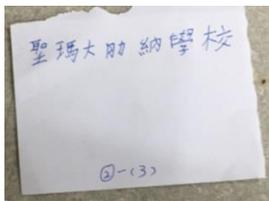
	② - (1)	② - (2)	② - (3)
實驗前			
實驗後			
	沒有變化。	沒有變化。	沒有變化。

表 2.2.1 實驗 2 結果記錄表

2.2.5 結果分析

手指的摩擦產生的熱能不足以令筆跡中的發色劑和顯色劑分開，因此，字跡沒有褪色。

2.3 實驗三 吹風筒的熱風能否使可擦原子筆的字跡褪色

2.3.1 實驗假設

吹風筒的熱風能使可擦原子筆的字跡褪色。

2.3.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙、風吹筒。

2.3.3 實驗步驟

2.3.3.1 在一張白紙用可擦原子筆寫上文字，並用原子筆標記③ - (1)

2.3.3.2 重複步驟(1)兩次，並分別用原子筆標③ - (2)和③ - (3)。

2.3.3.3 把風吹筒調至熱風檔，並對著可擦原子筆的字跡來吹。

2.3.3.4 觀察並記錄。

2.3.4 實驗結果

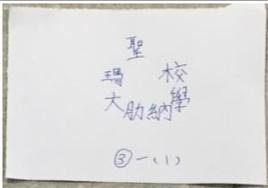
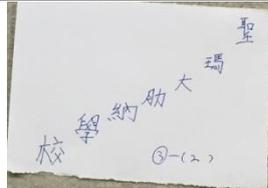
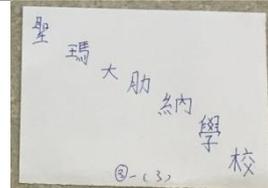
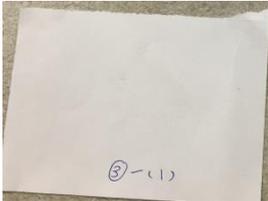
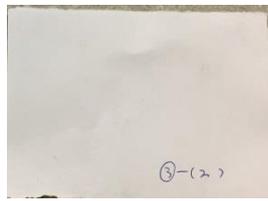
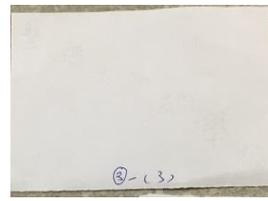
	③ - (1)	③ - (2)	③ - (3)
實驗前			
實驗後			
	字跡消失。	字跡消失。	字跡消失。

表 2.3.1 實驗 3 結果記錄表

2.3.5 結果分析

因為風吹筒的熱風會使紙張的溫度上升，當溫度上升到一定的程度後，筆跡中的發色劑和顯色劑會斷鍵分開，然後顯色劑會和變色溫度調整劑結合，使墨水顏色消失，所以筆跡亦隨之消失。

2.4 實驗四 燃燒蠟燭產生的熱量能否使可擦原子筆的字跡褪色

2.4.1 實驗假設

燃燒的蠟燭產生的熱量能使可擦原子筆的字跡褪色。

2.4.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙、蠟燭、打火器

2.4.3 實驗步驟

2.4.3.1 在一張紙用可擦原子筆寫上文字，並用原子筆標記④ - (1)。

2.4.3.2 重複步驟(1)兩次，並分別用原子筆標④ - (2)和④ - (3)。

2.4.3.3 用打火器把蠟燭點燃。

2.4.3.4 分別把步驟(1)和(2)所得的紙張停留在蠟燭的火焰約三厘米的位置，停留時間約5秒。

2.4.3.5 觀察並記錄。

2.4.4 實驗結果

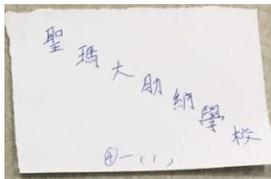
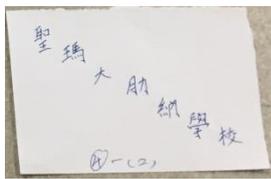
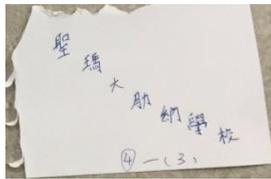
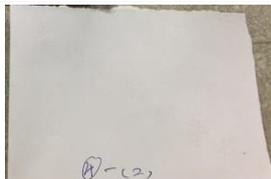
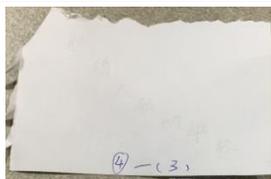
	④ - (1)	④ - (2)	④ - (3)
實驗前			
實驗後			
	字跡消失。	字跡消失。	字跡消失。

表 2.4.1 實驗 4 結果記錄表

2.4.5 結果分析

因為燃燒的蠟燭產生的熱會使紙張的溫度上升，當溫度上升到一定的程度後，筆跡中的發色劑和顯色劑會斷鍵分開，然後顯色劑會和變色溫度調整劑結合，使墨水顏色消失，所以筆跡亦隨之消失。

2.5 實驗五 溫度與可擦原子筆的字跡褪色的關係

2.5.1 實驗假設

溫度越高，可擦原子筆的字跡褪色的速度越快。

2.5.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙、密封袋、500mL 燒杯、玻棒、電熱水壺、溫度計。

2.5.3 實驗步驟

2.5.3.1 用可擦原子筆分別在 24 張紙上畫上圖案，並平均分成 8 組。

2.5.3.2 把任意一組分為室溫組，並用原子筆在紙上分別標記室溫 - (1)、室溫 - (2) 和室溫 - (3)。

2.5.3.3 重複步驟(2) 7 次，如此類推得到 30°C 組、40°C 組、50°C 組、60°C 組、70°C 組、80°C 組、87°C 組。

2.5.3.4 把 24 張紙放進密封袋裏，並封好。

2.5.3.5 利用電熱水壺燒熱水備用。

2.5.3.6 把 8 個燒杯分別標記為室溫組、30°C 組、40°C 組、50°C 組、60°C 組、70°C 組、80°C 組、87°C 組。

2.5.3.7 把熱水分別倒入除室溫組以外的 7 個燒杯中，約 7 成滿，接着用溫度計量度各燒杯熱水的溫度。

2.5.3.8 當各燒杯中水的溫度降至相應組別的溫度時，便把相應的密封袋放入燒杯中，並利用玻棒使整個密封袋都沾到熱水。

2.5.3.9 觀察字跡褪色的情況，並記錄。

2.5.3.10 把自來水倒入室溫組的燒杯中，把室溫組的密封袋放入燒杯中，並利用玻棒使整個密封袋都浸入水中。

2.5.3.11 觀察字跡褪色的情況，並記錄。

2.5.4 實驗結果

組別 溫度	(1)	(2)	(3)
室溫	沒有變化	沒有變化	沒有變化
30°C	沒有變化	沒有變化	沒有變化
40°C	沒有變化	沒有變化	沒有變化
50°C	在水有稍微褪色，但離開水後顏色會變回原樣	在水有稍微褪色，但離開水後顏色會變回原樣	在水有稍微褪色，但離開水後顏色會變回原樣
60°C	字跡消失	字跡消失	字跡消失

組別 溫度	(1)	(2)	(3)
70°C	字跡消失，消失速度 快	字跡消失，消失速度 快	字跡消失，消失速度 快
80°C	字跡消失，消失速度 快	字跡消失，消失速度 快	字跡消失，消失速度 快
87°C	字跡消失，消失速度 很快	字跡消失，消失速度 很快	字跡消失，消失速度 很快

表 2.5.1 實驗 5 結果記錄表

2.5.5 結果分析

結果顯示溫度低於或等於 40°C 時，所有字跡都不能褪色；在溫度等於 50°C 時，字跡的顏色變淡，但沒有完全褪色；在溫度高於或等於 60°C 時，字跡都能褪色。原因是在 60°C 或以上時，字跡中的發色劑和顯色劑斷鍵，顯色劑和變色溫度調整劑形成鍵結時，就會使墨水顏色消失。

2.6 實驗六 溫度與可擦原子筆的字跡復色的關係

2.6.1 實驗假設

溫度越低，已褪色的可擦原子筆的字跡復色的速度越快。

2.6.2 實驗材料

可擦原子筆、原子筆、紙、密封袋、500mL 燒杯、玻棒、溫度計、冰箱、冰、計時器。

2.6.3 實驗步驟

2.6.3.1 提前一天利用冰箱冰凍格製造適量的冰備用。

2.6.3.2 用可擦原子筆分別在 9 張紙上畫上圖案，並平均分成 3 組。

2.6.3.3 把任意一組分為冷藏格組，並用原子筆在紙上分別標記冷藏格 - (1)、冷藏格 - (2) 和冷藏格 - (3)。

2.6.3.4 重複步驟(2) 2 次，如此類推得到冰水混合物組、冷凍格組。

2.6.3.5 把 9 張紙放進密封袋裏，並封好。

2.6.3.6 把冰和水於燒杯中混合，用溫度計量度混合物的溫度。

2.6.3.7 當測得混合物的溫度接近 0°C 時，把冰水混合物組的密封袋放入其中，利用玻棒使整個密封袋都沾到水，與此同時，把冷藏格組和冷凍格組的密封袋分別放進冰箱的冷藏格和冷凍格中，並開始計時。

2.6.3.8 按照下表的時間觀察字跡的顏色的變化並記錄。

2.6.4 實驗結果

組別 時間(min)	冷藏格		
	(1)	(2)	(3)
2	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
4	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
9	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
14	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
19	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
24	少許復色	少許復色	少許復色
940	少許復色	少許復色	少許復色

表 2.6.1 實驗 6 結果記錄表(冷藏格)

時間(min) \ 組別	冰水混合物		
	(1)	(2)	(3)
2	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
4	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
9	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
14	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
19	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
24	少許復色	少許復色	少許復色

表 2.6.2 實驗 6 結果記錄表(冰水混合物)

時間(min) \ 組別	冷凍格		
	(1)	(2)	(3)
2	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
4	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
9	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
14	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
19	無明顯變化	無明顯變化	無明顯變化
24	少許復色	少許復色	少許復色
940	完全復色	完全復色	完全復色

表 2.6.3 實驗 6 結果記錄表(冷凍格)

2.6.5 結果分析

冷藏格和冰水混合物的溫度大於或等於 0°C，溫度相對較高，因此變色溫度調整劑不會顯色劑分開。只有冷凍格的溫度低於 0°C，並且放置的時間較長，導致變色溫度調整劑將和顯色劑分開，發色劑和顯色劑會再次結合顯色。

2.7 實驗七 橡皮擦清潔鉛筆字跡和可擦原子筆字跡的能力的比較

2.7.1 實驗假設

橡皮擦清潔鉛筆字跡的能力較清潔可擦原子筆字跡的能力高。

2.7.2 實驗材料

紙、橡皮擦、鉛筆、可擦原子筆。

2.7.3 實驗步驟

2.7.3.1 拿兩張紙，分別用鉛筆和可擦原子筆畫上圖案，並標記為第一組。

2.7.3.2 重複上述步驟二次，從而得到第二組和第三組。

2.7.3.3 用橡皮擦擦掉鉛筆和可擦原子筆的筆跡。

2.7.3.4 觀察及記錄。

2.7.4 實驗結果

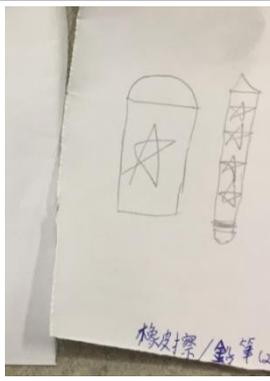
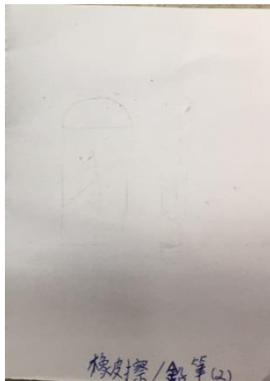
	橡皮擦 - 鉛筆		
	第一組	第二組	第三組
實驗前			
實驗後			
	大部份字跡都消失，並產生灰色的橡皮擦碎屑。	大部份字跡都消失，並產生灰色的橡皮擦碎屑。	字跡完全消失，並產生灰色的橡皮擦碎屑。

表 2.7.1 實驗 7 結果記錄表(橡皮擦 - 鉛筆組)

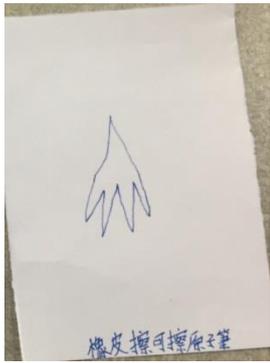
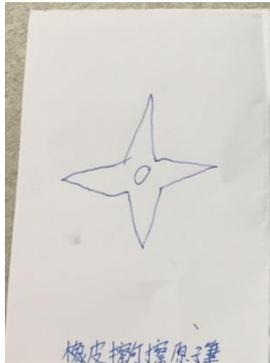
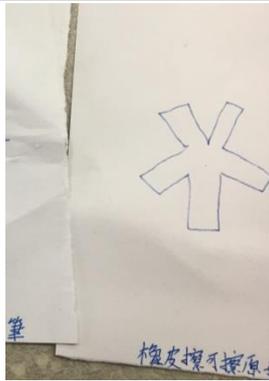
	橡皮擦 - 可擦原子筆		
	第一組	第二組	第三組
實驗前			
實驗後			
	字跡沒有消失，但有少許變淺，並產生帶有少許藍色的橡皮擦碎屑。	字跡沒有消失，但有少許變淺，並產生帶有少許藍色的橡皮擦碎屑。	字跡沒有消失，但有少許變淺，並產生帶有少許藍色的橡皮擦碎屑。

表 2.7.2 實驗 7 結果記錄表(橡皮擦 - 可擦原子筆組)

2.7.5 結果分析

因為橡皮擦和紙的摩擦力不夠，所以產生的熱力不足以讓可擦原子筆的筆跡褪色，相反橡皮擦可藉由摩擦將鉛筆在紙張上書寫時留下的石墨粉末攪和在橡皮中，從而消除鉛筆的字跡。因此，橡皮擦清潔鉛筆字跡的能力較清潔可擦原子筆字跡的能力高。

2.8 實驗八 可擦原子筆的膠頭清潔鉛筆字跡和可擦原子筆字跡的能力的比較

2.8.1 實驗假設

可擦原字筆的膠頭清潔可擦原子筆字跡的能力較清潔鉛筆字跡的能力高。

2.8.2 實驗材料

紙、可擦原子筆、鉛筆。

2.8.3 實驗步驟

2.8.3.1 拿兩張白紙，分別用鉛筆和可擦原子筆畫上圖案，並標記為第一組。

2.8.3.2 重複上述步驟二次，從而得到第二組和第三組。

2.8.3.3 用可擦原子筆的膠頭擦掉鉛筆和可擦原子筆的筆跡。

2.8.3.4 觀察及記錄。

2.8.4 實驗結果

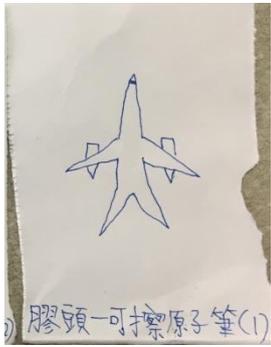
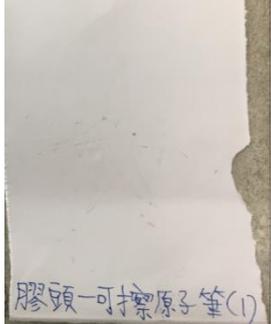
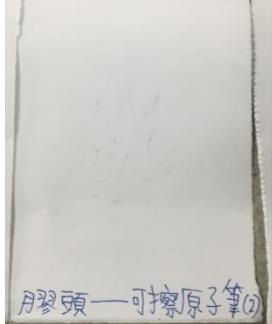
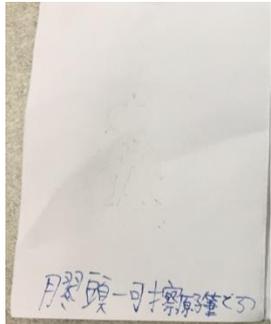
	膠頭 - 可擦原子筆		
	第一組	第二組	第三組
實驗前			
實驗後			
	字跡消失。	字跡消失。	字跡消失。

表 2.8.1 實驗 8 結果記錄表(膠頭 - 可擦原子筆組)

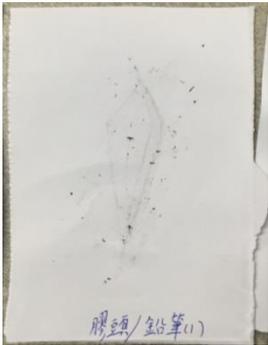
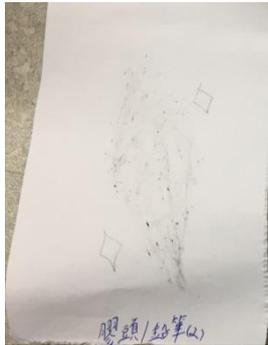
	膠頭 - 鉛筆		
	第一組	第二組	第三組
實驗後			
	存在明顯的筆跡及黑色的碎屑。	存在明顯的筆跡及黑色的碎屑。	存在少許的筆跡及黑色的碎屑。

表 2.8.2 實驗 8 結果記錄表(膠頭 - 鉛筆組)

2.8.5 結果分析

可擦原子筆的膠頭和橡皮擦擦掉筆跡的原理不同，膠頭的作用是透過摩擦產生熱力來令字跡消失，而橡皮擦的作用則是石墨混合在橡皮屑中，從而令字跡消失的，所以可擦原子筆的膠頭清潔鉛筆字跡的能力較差。

3 研究總結及建議

3.1 研究結論

3.1.1 使可擦原子筆的墨水顏色褪色的方法

使可擦原子筆的墨水顏色褪色的方法包括用吹風機吹，用熱水浸，用可擦原子筆膠頭擦及用燃燒的蠟燭，這些方法的共同點都是營造一個溫度較高的環境，使得字跡中的發色劑和顯色劑斷鍵，顯色劑和變色溫度調整劑形成鍵結，導致墨水的顏色褪色。

3.1.2 不同溫度對可擦原子筆的墨水顏色褪色的影響

較低的溫度均不能使墨水顏色褪色，而溫度大於或等於 60°C 時，褪色的效果更佳。

3.1.3 不同溫度對可擦原子筆的墨水顏色復色的影響

要使可擦原子筆的墨水顏色復色的條件是，溫度必須低於零度。當大於或等於零度時，已消失的字跡只有少部份復色，復色的效果不理想。在日常生活中常接觸的冰箱中，也只有冷凍格的復色效果令人滿意。

3.1.4 橡皮擦和可擦原子筆的膠頭各自的清潔能力的比較

橡皮擦和可擦原子筆的膠頭的清潔原理均不同。膠頭的清潔原理是透過摩擦產生熱力來令字跡消失，而橡皮擦的清潔原理則是在摩擦的過程中讓石墨混合在橡皮屑中，從而令字跡消失的。因此，橡皮擦對鉛筆筆跡的清潔能力高，而可擦原子筆的膠頭則對可擦原子筆筆跡的清潔能力高。

3.2 研究建議

3.2.1 在實驗六 溫度與可擦原子筆的字跡復色的關係的實驗中，實驗的時間不足，記錄的時間間隔可再稍作改善，可適當延長。

3.2.2 在實驗五 溫度與可擦原子筆的字跡褪色的關係的實驗中，可再進一步研究 50°C 至 60°C 中，具體那個溫度可使字跡褪色完全褪色，使實驗結果更精確。

3.2.3 本實驗中，可增加測試牌子的可擦原子筆的數量。

3.2.4 可進一步比較不同牌子的可擦原子筆的墨水褪色或復色條件是否不同。

3.3 研究後感想

3.3.1 葉雅文

通過這次實驗，我知道了可擦原子筆的原理，解開了困擾我多年的疑惑，同時也讓我學會了堅持不懈的精神。雖然，我們在研究的過程中遇到不少困難，但我們沒有放棄，更是努力地找出問題的根源，使我們順利完成這次實驗。此外這次實驗讓我對科學產生了濃厚的興趣，希望以後我有機會參與更多科學實驗。

3.3.2 李嘉惠

我覺得這個實驗很神奇，例如：可擦原子筆有甚麼成分可以讓它擦得掉字跡。實驗內容也有趣，用風吹筒把可擦原子筆的字跡「吹」掉真的很有趣。

3.3.3 梁芷淇

我覺得這次研究給我一個很好的經驗，而且讓我更加了解可擦原子筆的作用的原理，此外使我更加了解科學是怎樣的。

3.3.4 黎思諾

我覺得很滿足，因為我知道了可擦原子筆是如何運作的。我學會了合作和探究的精神，這是因為大家在實驗中都要負責進行不同的部分。我也學會了百折不撓的精神，因為打字寫報告時，電腦突然故障，之前的一切努力完全白費了，但是我沒有放棄，反而振作起來，重新做過。

4 參考資料

[1] 真是太「擦淨」了—研究可擦拭墨水

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2016/04/2016040618032157.pdf>

[2] How Thermometers Work

<https://home.howstuffworks.com/therm1.htm>

[3]溫度和溫度計

https://www.nani.com.tw/nani/jlearn/natu/ability/ability_list.jsp?file=a1/3_a1_5_1.htm&p_page=ability_3.jsp

[4]知乎：如何制备冰水混合物？

<https://www.zhihu.com/question/24680611>

[5]冰水混合物

<https://baike.baidu.com/item/%E5%86%B0%E6%B0%B4%E6%B7%B7%E5%90%88%E7%89%A9>

[6]圖解小文具大科學：辦公室的高科技 - 橡皮擦

http://udesign.udnfunlife.com/mall/cus/gbr/Cc1g03.do?dc_btn_0=Func_Read_Design_Article&dc_xuid_0=763

[7]鉛筆芯

<https://baike.baidu.com/item/%E9%93%85%E7%AC%94%E8%8A%AF/1460421>