

投稿類別：自然領域

篇品：

「擦」遍天下一研究橡皮擦與可擦拭用螢光筆

作者：

殷敏晏。私立海星高中附設國中部。國七忠班

陳芊妤。私立海星高中附設國中部。國七忠班

指導老師：

曹奕翔老師

彭錦元老師

壹、●前言

一、研究動機

本研究想先了解各式 2B 用橡皮擦；以前的 2B 鉛筆橡皮擦只能擦鉛筆，但是現在已經研發出立可白與立可帶，甚至有新型可擦拭用原子筆及螢光筆，不過使用後發現，有些橡皮擦在紙上擦很乾淨，有些卻無法擦乾淨；另外擦擦筆的效果也有限。另外可擦拭用螢光筆擦了後過一陣子又會浮現出來，所以本研究組員除了解各種 2B 用橡皮擦及材質外，想知道可擦拭用螢光筆原理集合何種擦子可以讓可擦拭螢光筆字完全消失。

二、研究目的

- 研究各類 2B 用橡皮擦的擦拭清潔能力。
- 研究擦原子筆用的擦擦筆效果。
- 探討可擦拭螢光筆的原理及物理性質。

三、研究器材與設備

曾使用過的設備與器材如下

| 編號 | 名稱 | 數量 | 說明 |
|----|--------------|-----|--------------------|
| 01 | 各種品牌 2B 用橡皮擦 | 不限 | 研究對象 |
| 02 | 不同材質的紙張 | 若干 | 研究對象 |
| 03 | 各品牌擦擦筆 | 不限 | 研究對象 |
| 04 | 可擦拭螢光筆 | 若干 | 研究對象 |
| 09 | 切割墊 | 1 個 | 測試各種 2B 用橡皮擦性能 |
| 10 | 電腦 | 2 台 | 含文書軟體打論文報告 上網完成 |
| 11 | 相機 | 1 台 | 紀錄工具 |

四、研究方法

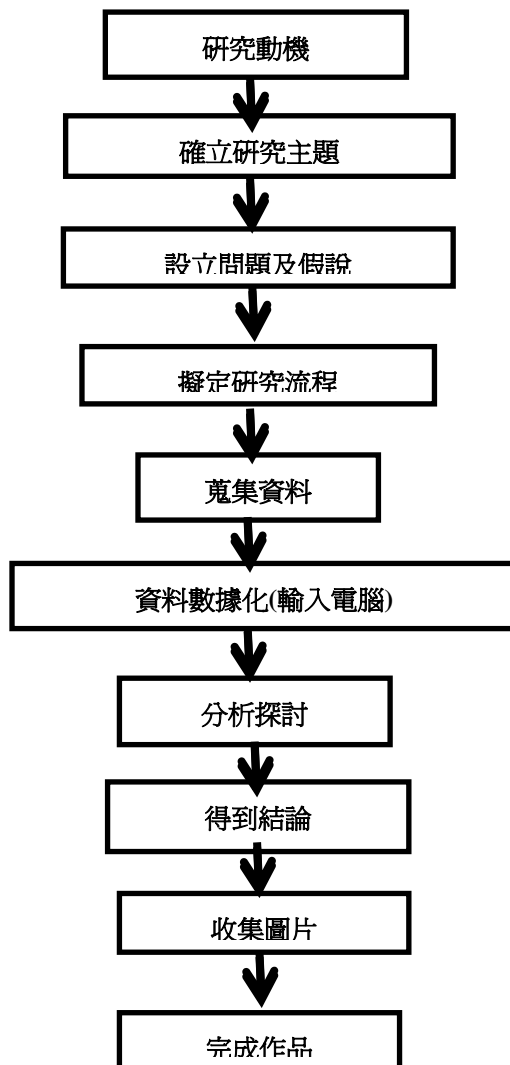
本研究採資料搜集與實驗法。先利用各種相關網路及書面等資料決定研究方向，然後在進行實驗；實驗設計如下：

實驗設計(一)是將各品牌 2B 用橡皮擦擦 2B 鉛筆痕跡，實驗哪種品牌橡皮擦較能擦乾淨。

實驗設計(二)是拿市面上的擦擦筆來畫紙張，看哪一支比較擦的乾淨。

實驗設計(三)則拿可擦拭螢光筆來塗紙張，然後再看哪一個品牌的可擦拭螢光筆能讓痕跡完全消失。

五、 研究流程：以下為本研究之研究流程，如下圖一



圖一、實驗流程圖

貳、●正文

一、文獻探討

(一)橡皮擦的歷史

1770年，英國科學家約瑟夫·普利斯特裡說：「我見到一種非常合適于擦去鉛筆筆跡的物質。」當時整個歐洲均採用切成小立方體的橡膠粒來擦走筆跡。這種物質稱為橡皮擦。另一位英國工程師 Edward Naime 則被認為是發明橡皮擦的人，時間也是在1770年。在此之前，人們使用麵包屑來擦去筆跡。Naime 稱他一次在無意之中拾起一塊橡膠當作麵包屑，但發覺它的效果很好，於是開始生產和售賣橡皮擦。初期的橡皮擦並不算方便，因為未經加工的橡膠容易腐壞。直至1839年，發明家 Charles Goodyear 發現了硫化可以使橡膠的質素提升，橡皮擦才變得可靠。1858年一位來自美國費城的李普曼因為把橡皮擦

嵌在鉛筆尾部而取得了一項專利，但後來這種附有橡皮擦的鉛筆因為被判定為「只是把兩項已有的東西嵌在一起而不是新產品」而被取消專利。在英國和澳洲，橡皮擦被稱為 rubber；但是在美國，rubber 是安全套的其中一個俗稱，而橡皮擦的名稱是 eraser。這分別往往被美國人用來開玩笑。(維基百科，2014)

(二)2B 用橡皮擦的廣泛定義

用物理原理(非魔術筆)將筆跡(不僅是鉛筆字)剝離所寫物體表面的物質(排除了立可帶和立可白液)。橡皮擦是用 PVC 材料做的,不過加了添塑劑 ATBC(acetyl tributyl citrate)全名叫乙酰檸檬酸三正丁酯,是一種無毒增塑劑,具有溶解性強,耐油性、耐光性好,並有抗霉性,主要用作聚氯乙烯、纖維素樹脂和乙烯基樹脂及合成橡膠等的增塑劑。例如圖二



聖文文具網 www.sun-win.tw

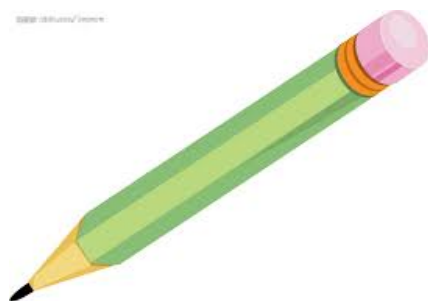
圖二、2B 用橡皮擦 (來源: 商業情報網)

(三)橡皮擦的種類

現今的橡皮擦種類繁多,以切合不同需要。

1、鉛筆尾部的橡皮擦:

有些鉛筆的尾部設有一個小小的橡皮擦(如圖三)。這些橡皮擦多是粉紅色的,表面是光滑的膠質。它們在大部份場合均有好表現,但有時也會弄髒紙面。如果著力太重,橡皮擦還有機會弄破紙張。當筆跡被擦去後,橡皮擦會留下殘渣在紙上。如果清理不善,這些殘渣會在紙上留下痕跡。



圖三、鉛筆尾部的橡皮擦(來源: 商業情報網)

2、美術專用橡皮擦:

另一種橡皮擦是藝術家常用的棕色橡皮擦(如圖四)，以柔軟而粗糙的橡膠製成。它的設計方便於擦除大面積的痕跡，而且不會弄破紙張。但這種橡皮擦並不能很有效和準確地擦除筆跡。



圖四、棕色橡皮擦 (來源: 商業情報網)

3、軟橡皮擦：

而藝術家常用的橡皮擦稱為軟橡皮(如圖五)。它主要以一種灰色的物料造成，且與樹膠相像，也像黏土。它的強度使它不會留下殘渣，故其壽命比其他橡皮擦要來得長。它以「吸收」石墨的方法去掉筆跡。這種橡皮擦的不僅可擦去筆跡(事實上它能準確地去除筆跡)，它還可以用作突出重要部份或使作品更為細緻。然而，它不善於去除大面積的筆跡，而且若過度受熱便會弄髒甚至黏住紙張。



圖五、軟橡皮擦 (來源: 商業情報網)

4、白色的聚乙炔基橡皮擦(如圖六)：

擁有塑膠柔軟的質感，並與普通粉紅色橡皮擦擁有同樣功能。這些橡皮擦比粉紅色橡皮擦柔軟，故較不容易損毀紙張。



圖六、白色的聚乙烷基橡皮擦 (來源: 商業情報網)

而一般學生使用的橡皮擦帶著香味。這種香味是一種揮發性油，如果把塑膠和橡皮擦放在一起久了，由橡皮擦揮發出來的油(有機溶劑)能少量溶解塑膠，這樣就造成了我們見到的橡皮擦腐蝕在文具上面了。由於橡皮擦的柔軟和結構。

二、實驗過程

實驗設計(一)橡皮擦擦試清潔能力測試

本實驗去文具行買 5 種品牌 2B 鉛筆專用橡皮擦作為樣品測試其擦試清潔能力；為控制變因，本研究三項實驗統一選用同一磅數銅版道林紙。如圖七

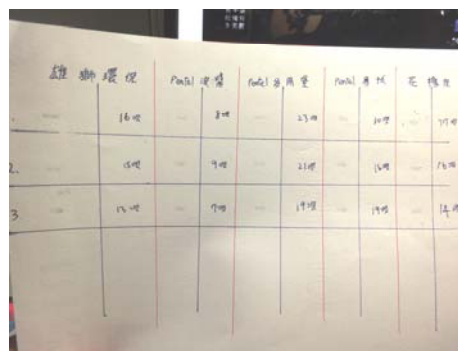


圖七

各樣品品牌



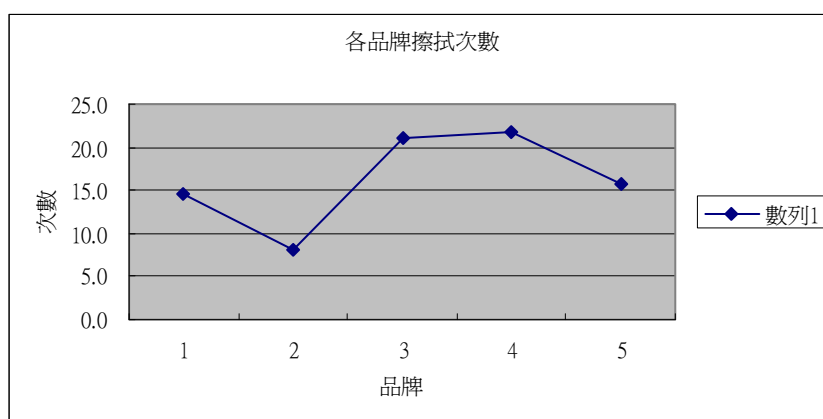
各品牌橡皮擦與測試紙



測試結果

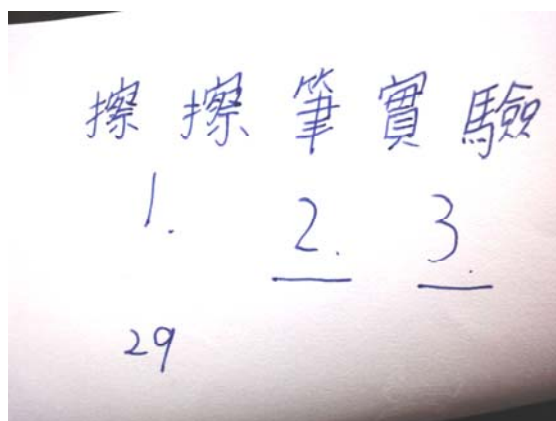
以下為測試紙上，每一品牌橡皮擦擦拭各擦一條 2B 鉛筆痕跡次數到乾淨為紙所須次數(說明：去程算一次，回程算一次)；次數越多，該品牌橡皮擦試清潔能力越差；由下表可知，樣品品牌中，Pentel 波醬擦試清潔能力最佳，Pentel 易拭最差。

| 品牌 | 雄獅環保 | Pentel 波醬 | Pentel 多用途 | Pentel 易拭 | 花橡皮擦 |
|------|--------|-----------|------------|-----------|--------|
| 測試 1 | 16 次 | 8 次 | 23 次 | 30 次 | 17 次 |
| 測試 2 | 15 次 | 9 次 | 21 次 | 16 次 | 16 次 |
| 測試 3 | 13 次 | 7 次 | 19 次 | 19 次 | 14 次 |
| 平均值 | 14.7 次 | 8.0 次 | 21.0 次 | 21.7 次 | 15.7 次 |

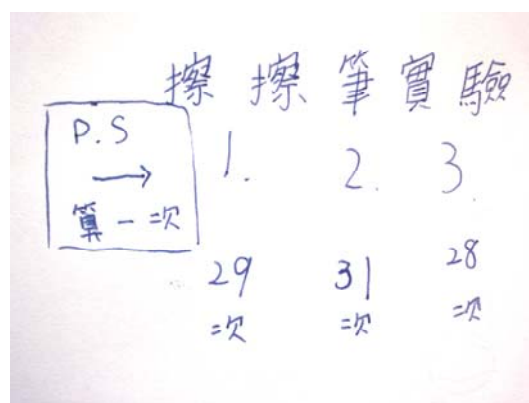


實驗設計(二) 擦擦原子筆擦試清潔能力測試

本實驗去文具行選購擦擦原子筆作為樣品測試其擦試清潔能力；為控制變因，本研究三項實驗統一選用同一磅數銅版道林紙。實驗結果如下



測試紙



測試記錄



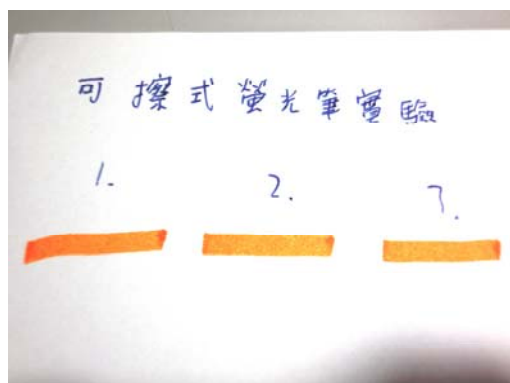
實驗過程

以下為測試紙上，該品牌擦拭各擦一條痕跡次數到乾淨為紙所須次數(說明：去程算一次，回程算一次)；次數越多，清潔能力越差

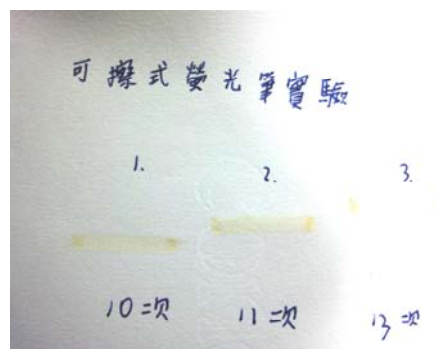
| 次數 | 1 | 2 | 3 |
|--------|------|------|------|
| 擦乾淨的次數 | 29 次 | 31 次 | 28 次 |

實驗設計(三)可擦式螢光筆擦試清潔能力測試

本實驗去文具行選購擦擦原子筆作為樣品測試其擦試清潔能力；為控制變因，本研究三項實驗統一選用同一磅數銅版道林紙。實驗結果如下。實驗結果如下



實驗前測試紙



經擦拭過之測試紙

以下為測試紙上，該品牌擦拭各擦一條痕跡次數到乾淨為紙所須次數(說明：去程算一次，回程算一次)；次數越多，該品牌清潔能力越差

| 次數 | 1 | 2 | 3 |
|--------|------|------|------|
| 擦乾淨的次數 | 10 次 | 11 次 | 13 次 |

三、討論與分析

(一) 2B 各品牌橡皮擦清潔分析

2B、4B 等的繪圖橡皮基本為橡膠橡皮。柔軟，對著較強光源會發現不透明。雖然標明的是『專用繪圖』，但是舒適和擦除效果不錯的它依然被學生所親睽，只是擦出后的橡皮屑比較長，處理稍稍不便。另一種常用于素描的橡皮是可塑橡皮，這種橡皮顧名思義，是可以自由塑造形態的，在橡皮家族中也是最為柔軟的一種。不適合日常寫字。而最為學生所關心的塑膠橡皮其實也很好區分。這種橡皮由于含有聚丙烯基，故具有很強的塑膠質感。放在較強光源下，會呈現一種半透明狀態。擦除時，橡皮屑一般不會成條狀，而成一小段一小段或是接近顆粒狀。這是一塊明確標明『塑膠橡皮』(PLASTIC ERASER)的高級繪圖橡皮。市場上一些供給兒童使用的“花橡皮”實質上也是一種塑膠橡皮，但確是“繡花枕頭”，外表好看，用起來卻著實不行，不建議使用。

(二) 擦擦原子筆清潔原理分析

市面上賣的擦擦原子筆必須擦到三十多次(去程算一次，回程算一次)才能擦的比較乾淨，擦擦筆擦過還會留下淡淡的痕跡，而且如果寫的太用力，也會擦不乾淨。在做實驗發現不管是擦擦筆、可擦式螢光筆，還是橡皮擦，只要寫的太用力，或是寫的時候停頓，墨水多了一些，幾乎都會導致擦不乾淨，留下一點痕跡。

根據文獻實驗(賴曉蟬，2014)，將同色擦擦筆分別畫在紙上，過了 24 小時候檢視清晰度及擦拭大小如下

| | 影印紙 | 圖畫紙 | 道林紙 | 雲彩紙 | 粉彩紙 | 色紙(雙面) | 色紙(單面) | 紙板 | 衛生紙 |
|-----------|-------|-----|-----|-----|------|--------|--------|-----|------|
| 清晰度 | 和原本相同 | | | | | | | | |
| 擦拭力 度大 | 比較好擦 | | | | 有點難擦 | 不太好擦 | 有點難擦 | 很難擦 | 無法擦拭 |

消失筆的筆頭是白色的，裡面所含的液體卻是透明的，同時也可以發現即使同樣是被消失筆畫過，有些線條的顏色是很配合的被抹除，有些卻是文風不動，原則上依顏色的存在與否作為分類依據的話，可以分成「粉紅、綠、黃」與「橘、粉藍、紫」兩類。跟某洗衣精類似！洗衣精內通常都會有加入少許的漂白成份，如果衣服被醬料沾到了，藉由此洗衣精可清除醬料污垢，就跟這個原理類似，因為去色的那一頭有含漂白成份。可擦拭的中性筆，其實說穿了，祕密不在擦頭上，而是墨水！墨水在高於攝氏 65 度的溫度下就會發生物理變化，變成透明的，所以才會有被「擦掉」的效果。擦頭實際上在做的，只是利用摩擦生熱的原理，將紙的表面熱到 65 度而已！如果把已經消失的字放到零下十五度以下的溫度中(也就是丟到冰庫裡)，字又會重新出現了！只是比原來淡一點點。(奇摩知識，2014)

(三) 可擦拭螢光筆原理分析

市面上販售常見的可擦拭螢光筆為例，可以分為粉紅、橘、黃、綠、粉

藍、紫這六種顏色，不過如果把它當成六種獨立的素材，那就等於是將歸納這門功夫棄而不用，現在一起來試試看如何分類。用六種不同顏色的可擦拭螢光筆在紙上畫出六條橫線，接著再使用另外一端的消失筆分別畫出六條直線，也就是會畫出縱橫交錯的棋盤格。為了避免弄混測試結果，建議加上編號或代號，依變色結果將可擦拭螢光筆作簡單的分類。(王德麟，2014)

那究竟是什麼原因讓可擦拭螢光筆顏色消失，是酸鹼值的升降抑或是氧化還原的變化？其實只要拿廣用試紙先測試看看，就能明白可擦拭螢光筆所玩的化學魔術。將粉紅色、綠色及黃色三種顏色的消失筆點觸在廣用試紙上，可以看到試紙呈現淡紅色，也就是消失筆內含酸性液體；如果把橘色、粉藍色及紫色三種顏色的消失筆暈染在廣用試紙上，可以看到試紙呈現淡藍色，消失筆筆芯上則是布滿鹼性液體。

奧妙之處就在於變色的機制。鹼性消失筆會因為長時間暴露在空氣中，筆芯內的溶液吸收了過量的二氧化碳而形成碳酸，使得 pH 值逐漸下降，但只是呈弱鹼性而不是成為酸性，待 pH 值降至一定範圍以下，消失的就不再是字跡顏色，而是消失筆的功能！如果是筆者自行處理，則會將消失筆的筆頭浸泡在強鹼性溶液裡，讓 pH 值上升後就可以恢復功能。這樣就解釋了酸性消失筆的功能為何可以長期保有，而且其他牌子的可擦拭螢光筆製造商也只有推出酸性的消失筆。

但是酸鹼值的改變只是讓顏色消失，並不代表滲進紙張纖維的化學物質同時被移除，它們還是在紙張上，只不過環境中的光線強度強到讓我們忽略了它的存在，所以眼睛才無法觀察到。別忘了，螢光筆內的螢光物質是可以用來顯色增亮的，但讓它吸收強度稍高的紫外光後，就能釋放出夠強的螢光，如果手邊有驗鈔筆的話，就讓紫外光照著原本看不到筆跡的紙張，就像 CSI 鑑識小組讓微跡、殘留物在科學工具的幫助下無所遁形，也印證了「凡走過必留下痕跡」。

參、● 結論

1. 2B 橡皮擦是用物理的原理。將自跡剝離所寫物體的表面物質。
2. 橡皮擦種類繁多，以切合不同需要。
3. Pentel 波醬擦試清潔能力最佳，Pentel 易拭最差。
4. 市面上賣的擦擦原子筆必須擦到三十多次(去程算一次，回程算一次)才能擦的比較乾淨，擦擦筆擦過還會留下淡淡的痕跡，而且如果寫的太用力，也會擦不乾淨
5. 墨水在高於攝氏 65 度的溫度下就會發生物理變化，變成透明的，所以才會有被「擦掉」的效果。擦頭實際上在做的，只是利用摩擦生熱的原理，將紙的表面熱到 65 度而已！如果把已經消失的字放到零下十五度以下的溫度中(也就是

丟到冰庫裡)，字又會重新出現了！只是比原來淡一點點。

6. 消失筆內含酸性液體；如果把橘色、粉藍色及紫色三種顏色的消失筆暈染在廣用試紙上，可以看到試紙呈現淡藍色，消失筆筆芯上則是布滿鹼性液體。

7. pH 值降至一定範圍以下，消失的就不再是字跡顏色，而是消失筆的功能！如果是筆者自行處理，則會將消失筆的筆頭浸泡在強鹼性溶液裡，讓pH 值上升後就可以恢復功能。

肆、●引註資料

1. 賴曉嬋，2014，化學與生活——擦擦筆的秘密。
2. 王德麟，2014，玩玩具，學科學：玩具背後的科學原理。
3. 李玟逸、李矜霈、許靖嵐，2012，我擦！我擦！我擦我擦！，新北市立重慶國民中學 101 學年度科展覽作品說明書。
4. 金松，2014，十萬個為什麼，人類出版社
5. 創世卓越，2014，實驗中的科學，漢湘文化。
6. Story a，2014，科學實驗王，三采出版社。
7. 亮傑，2014，阿亮老師的科學宅即變，康軒出版社。
8. Delphine Grin，2014，實驗好好玩，天下雜誌。
9. 商業情報網，2014，可擦拭螢光筆相關公司行號
<http://b2b.ezprice.com.tw/datalist.php?kw=%E5%8F%AF%E6%93%A6%E6%8B%AD%E8%9E%A2%E5%85%89%E7%AD%86&gclid=CLyqqtn5v8ECFdgjvQodN5EAIQ>
10. 佚名，2014，有關可擦拭螢光筆的原理
https://tw.knowledge.yahoo.com/question/question;_ylt=A8tUwZJCtENU2HgAbGdr1gt.;_ylu=X3oDMTFrc2xjbnNxBHNIYwNzYwRzbGsDdGV4dARpdANzaG9ydGN1dF9rbm93bGVkZ2UEbXBvcwMwBGdwb3MMDMTM-?qid=1607111606671
11. 明明生，2014，可擦式螢光筆的原理
<https://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1008012311583>
12. 林遠航，2014，2B用橡皮擦專題報告，<http://wportfolio.wzu.edu.tw/blog/files/6-15908-41336.php>