

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 物理科

030103

軟硬兼「溼」

學校名稱：苗栗縣立興華高級中學(附設國中)

作者： 國三 李語婷 國三 唐佳鈴 國三 宋思儒	指導老師： 溫杰勳
---	------------------

關鍵詞：粉筆、硬度、水溶液

軟硬兼「溼」

摘要

所謂麻雀雖小，五臟俱全，我今天總算在「粉筆」身上見識到了。

本研究是探討浸泡不同種類的溶液或不同溶質的水溶液粉筆來測量其硬度的變化，像是粉筆浸泡在水中時，粉筆會漸漸變軟；浸泡在甘油中，則粉筆會變硬。我們也嘗試利用日常生活常見的水溶液來對粉筆進行測試，發現只要是水溶液都會使粉筆變軟。也發現所有實驗中使用的用油皆會使粉筆變硬，但橄欖油卻會因為浸泡時間越長而使粉筆越變越軟。

除此之外，我們還利用浸泡在不同種類溶液與不同溶質水溶液的粉筆，進行書寫的程度及消耗量的多寡比較，發現浸泡過鹽水的粉筆書寫效果較佳，但容易剝落，不易保存。

壹、研究動機

「嘩啦.. 嘩啦.. 嘩啦..」唉，又是個潮濕難耐的下雨天，教室外面的滂沱大雨，淅哩嘩啦下個不停，教室內的老師似乎也不甘示弱，機哩聒拉地唸個沒完：「吼！為什麼才寫沒幾下，粉筆就斷掉，我明明就很溫柔的寫阿.....」，相信這句話對每位老師和每位同學都不陌生吧？除了抱怨之外，老師還問了個好問題，為什麼在下雨天時粉筆就容易斷掉呢？這和「溼度」有關嗎？這個疑問勾起了我的好奇心，決定要把這個疑問找出答案。

貳、研究目的

- 一、在研究一中探討利用浸泡不同溶質的水溶液來測量粉筆的硬度。
- 二、在研究二中探討利用浸泡不同種類的溶液來測量粉筆的硬度。
- 三、在研究三中探討利用浸泡不同種類的油來測量其粉筆的硬度。
- 四、在研究四中探討把浸泡各種溶液的粉筆分別在黑板上書寫觀察其書寫及擦拭的難易程

度。

五、在研究五中探討並利用電子磅秤來測量不同條件粉筆的消耗程度。

六、利用上述結果進行相關的實際應用。

參、研究設備及器材

粉筆

各式大小燒杯

95 度藥用酒精

碼錶

彈簧秤(1000g)

椰子油

香油

葡萄籽油

橄欖油

沙拉油

飽和食鹽溶液

飽和糖水

飽和小蘇打溶液

飽和氫氧化鈉水溶液

康潔清潔劑

甘油



圖(一) 各色粉筆



圖(二) 5 種油類、酒精及彈簧秤

肆、研究過程或方法

一、基本裝置之設計：浸泡時間對粉筆硬度之影響

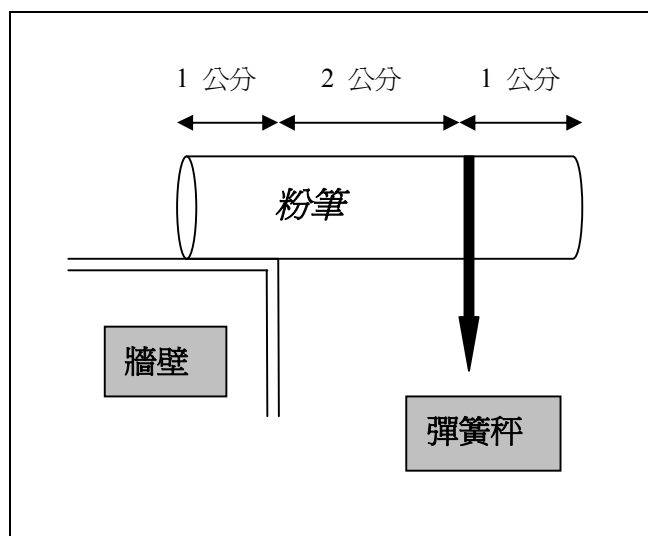
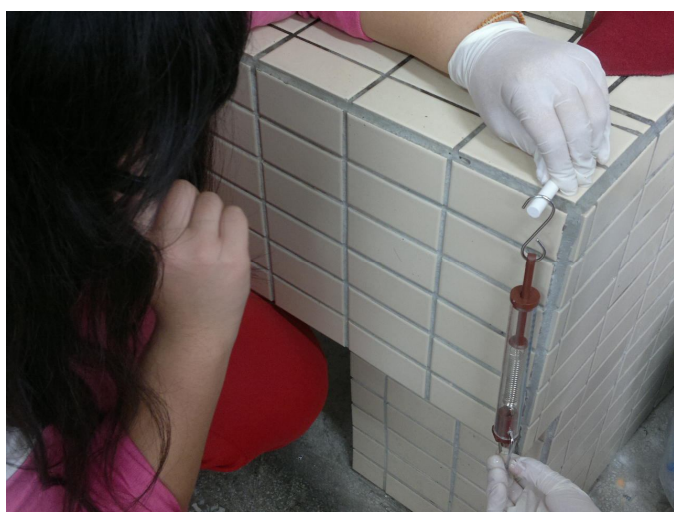
(一)將 100 毫升的水倒入燒杯中。

(二)取白色粉筆放入 100 毫升的水中。

(三)利用碼錶計時，分別測量浸泡時間為 30 秒、60 秒、90 秒、120 秒、150 秒和 180 秒

的粉筆。

- (四)取出粉筆後，利用彈簧秤拉粉筆，測量粉筆斷裂時彈簧秤的數值（實驗裝置如圖三），並重複上述步驟五次，取平均值記錄於結果中。



（圖三）

二、研究一的實驗步驟：不同溶質的水溶液對粉筆硬度的影響

- (一)分別取 100 毫升飽和小蘇打水、食鹽水、糖水和氫氧化鈉水溶液。
- (二)取白色粉筆放入四種水溶液中，再分別浸泡不同時間，分別為 30 秒、60 秒、90 秒、120 秒、150 秒和 180 秒。
- (三)取出粉筆後，利用彈簧秤拉粉筆，測量不同條件的粉筆斷裂時彈簧秤的數值。
- (四)將結果記錄下來，並重複上述步驟五次，取平均值紀錄於結果中。

三、研究二的實驗步驟：不同性質的溶液對硬度之影響

- (一)分別取 100 毫升的酒精、甘油、清潔劑。
- (二)取白色粉筆放入 100 毫升的酒精、甘油、清潔劑。
- (三)利用碼錶計時，分別測量在 100 毫升的酒精、甘油、清潔劑中浸泡時間為 30 秒、60 秒、90 秒、120 秒、150 秒和 180 秒的粉筆。
- (四)取出粉筆後，利用彈簧秤拉粉筆，測量不同條件時粉筆斷裂時彈簧秤的數值。
- (五)將結果記錄下來，並重複上述步驟五次，取平均值紀錄於結果中。

四、研究三的實驗步驟：不同種類的油之影響

- (一)分別取 100 毫升的香油、橄欖油、沙拉油、椰子油、葡萄籽油。
- (二)取白色粉筆放入四種油類中，再分別浸泡不同時間，分別為 30 秒、60 秒、90 秒、120 秒、150 秒和 180 秒。
- (三)取出粉筆後，利用彈簧秤拉粉筆，測量不同條件時粉筆斷裂時彈簧秤的數值。
- (四)將結果記錄下來，並重複上述步驟五次，取平均值紀錄於結果中。

五、研究四的實驗步驟：浸泡各種不同的溶液之粉筆書寫程度

- (一)分別取浸泡過的各種溶液的粉筆。
- (二)待其乾燥後，一一書寫於黑板上，並比較硬度、書寫及擦拭程度。
- (三)將結果記錄下來，並重複上述步驟，取平均值紀錄於結果中。

六、研究五的實驗步驟：浸泡各種不同溶液之粉筆來測量粉塵多寡

- (一)分別取浸泡過的各種溶液的粉筆。
- (二)把待測粉筆畫五條相同的線於黑板上。
- (三)測量書寫過後的粉筆重量，把結果記錄下來。
- (四)比較不同條件粉筆減輕的重量。

伍、研究結果

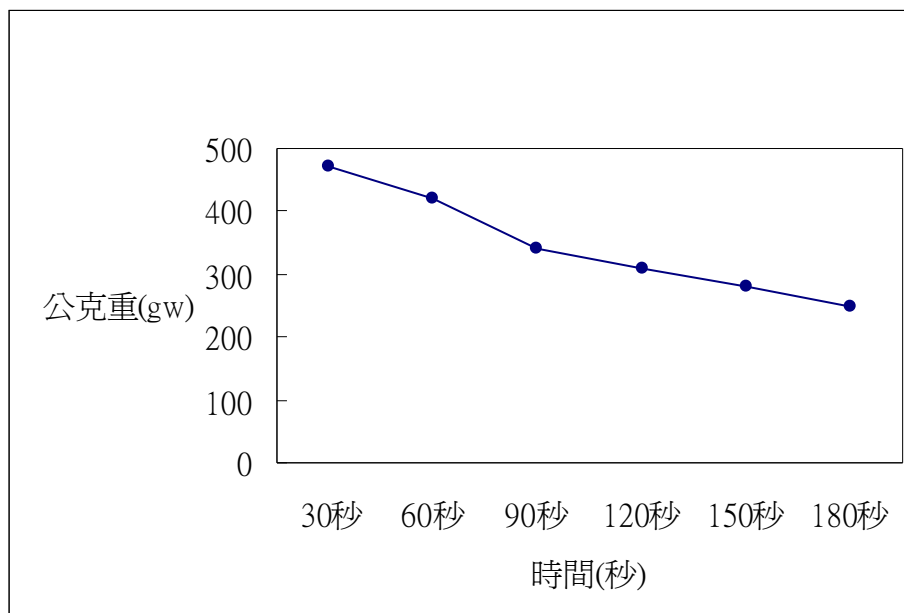
一、研究一的實驗結果：浸泡不同溶質水溶液的影響



圖(四) 100 毫升 4 種不同種類溶液，左起依序為 NaOH(aq)、鹽水、糖水及小蘇打水

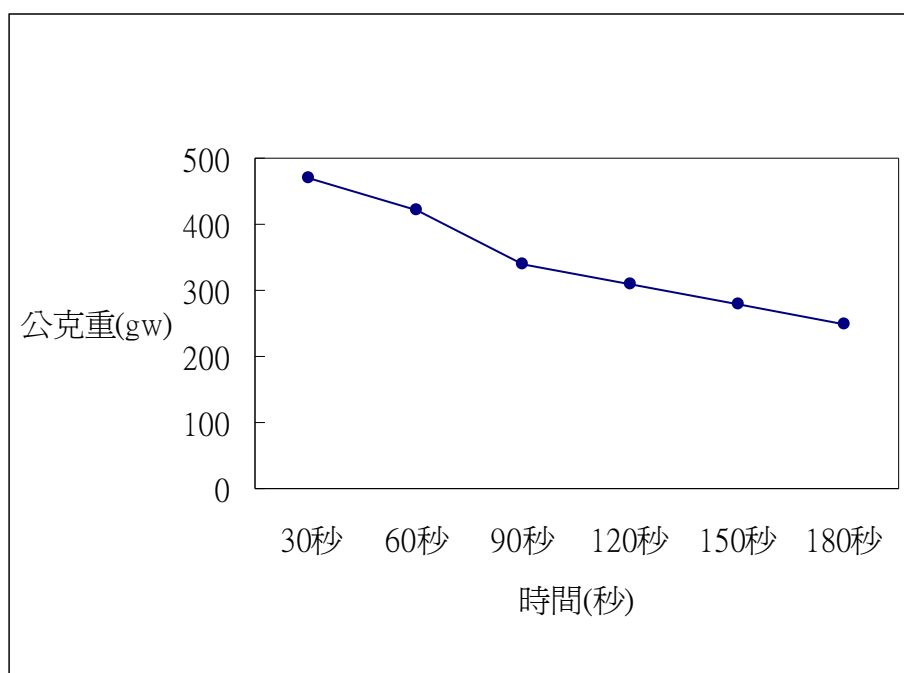
(一)100 毫升的水溶液中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	470gw	420gw	340gw	310gw	280gw	250gw



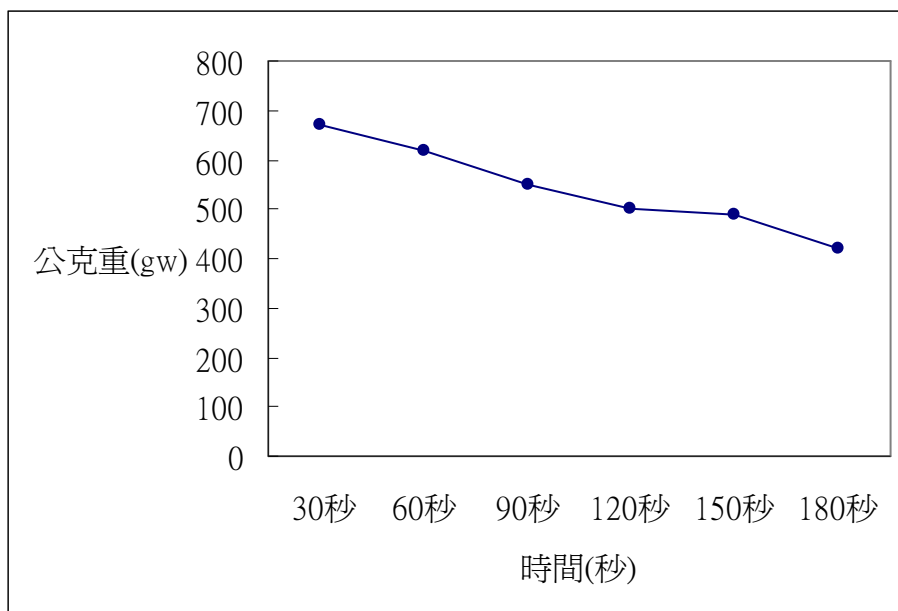
(二)100 毫升的食鹽水溶液中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	440gw	390gw	330gw	300gw	280gw	250gw



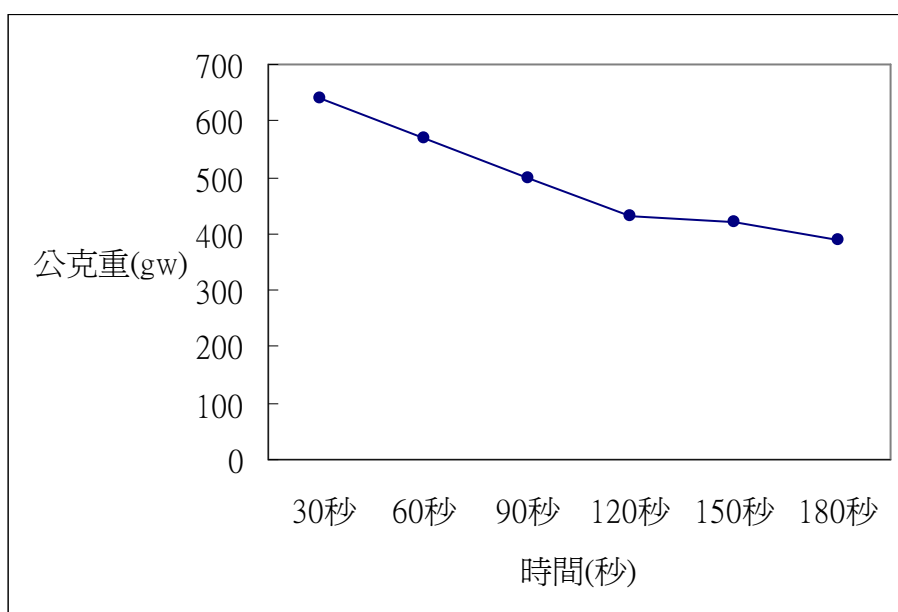
(三)100 毫升的糖水溶液中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	670gw	620gw	550gw	500gw	490gw	420gw



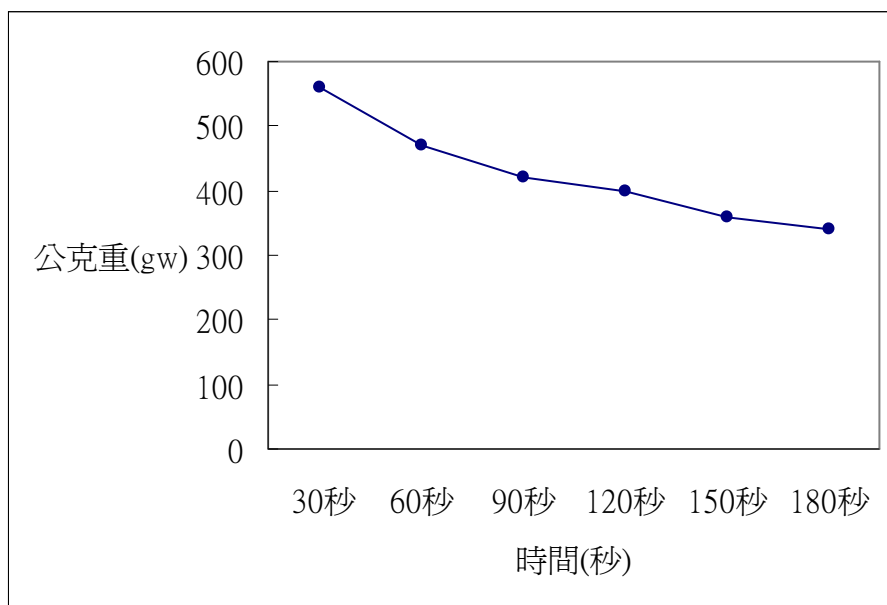
(四)100 毫升的小蘇打水溶液中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	640gw	570gw	500gw	430gw	420gw	390gw

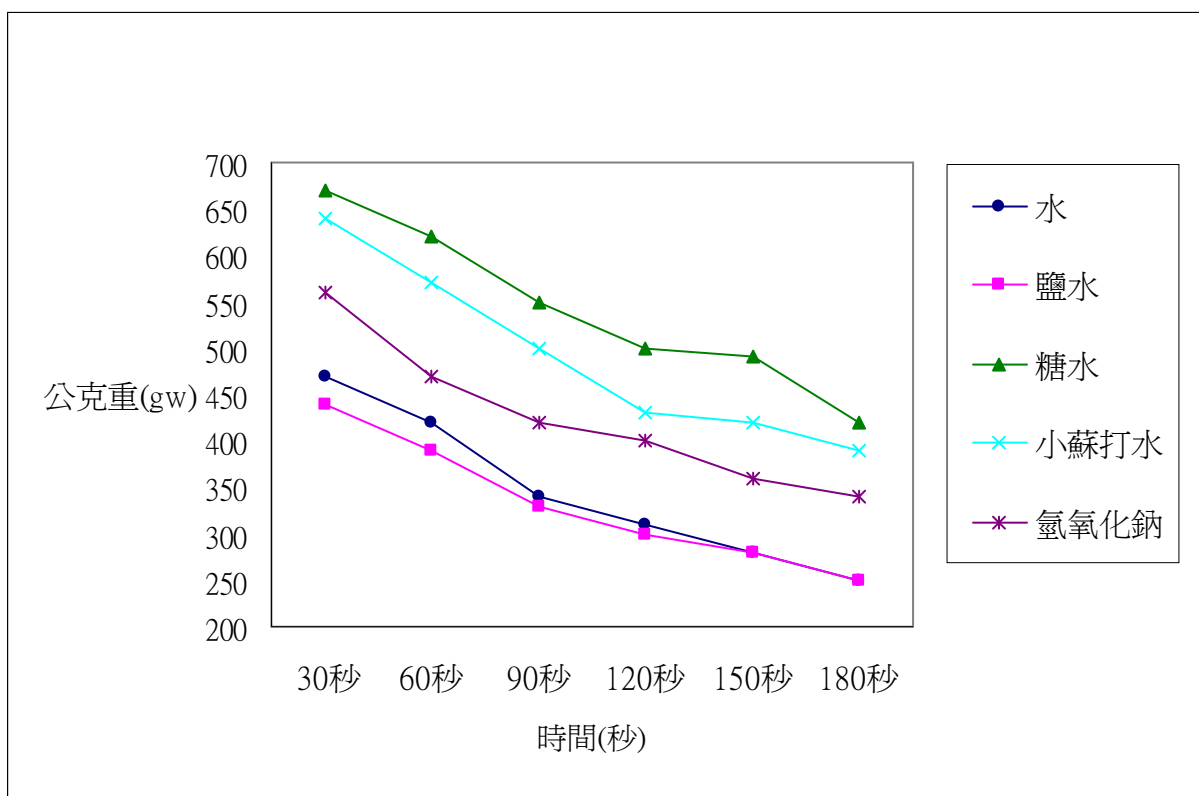


(五)100 毫升的氫氧化鈉水溶液中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

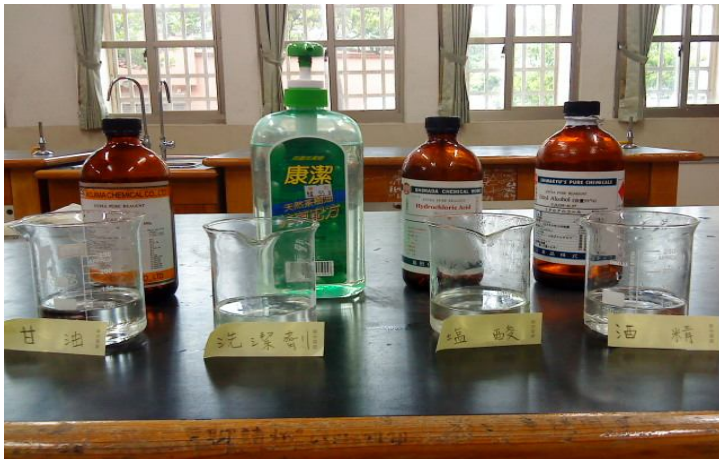
時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	560gw	470gw	420gw	400gw	360gw	340gw



(六)不同溶質水溶液中粉筆硬度變化結果



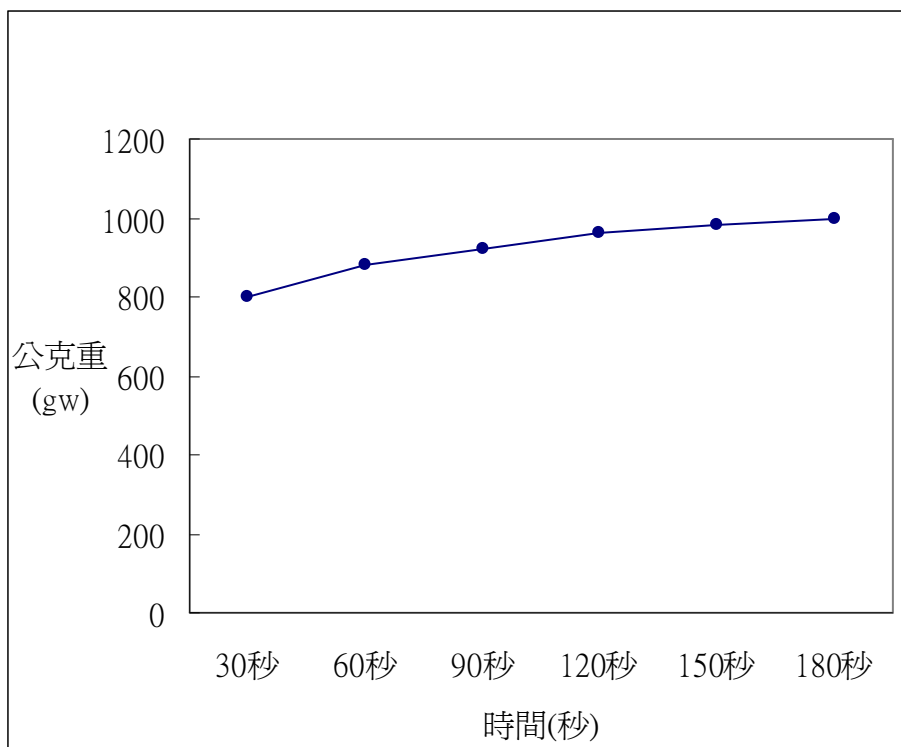
二、研究二的實驗結果：浸泡不同種類液體的影響



圖(五) 100 毫升 4 種不同溶質水溶液，左起依序為甘油、洗潔劑、鹽酸及酒精

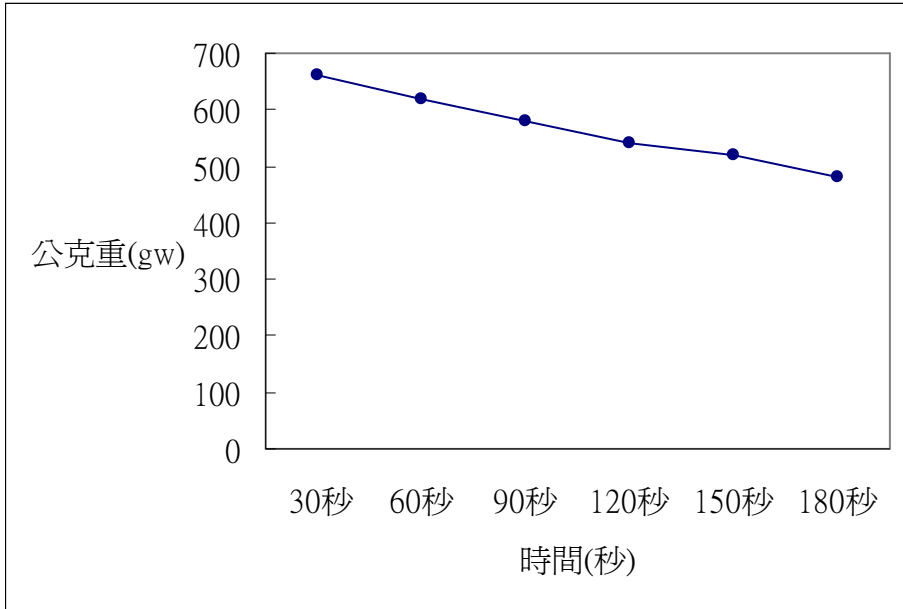
(一)100 毫升的甘油中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	800gw	880gw	920gw	960gw	980gw	1000gw



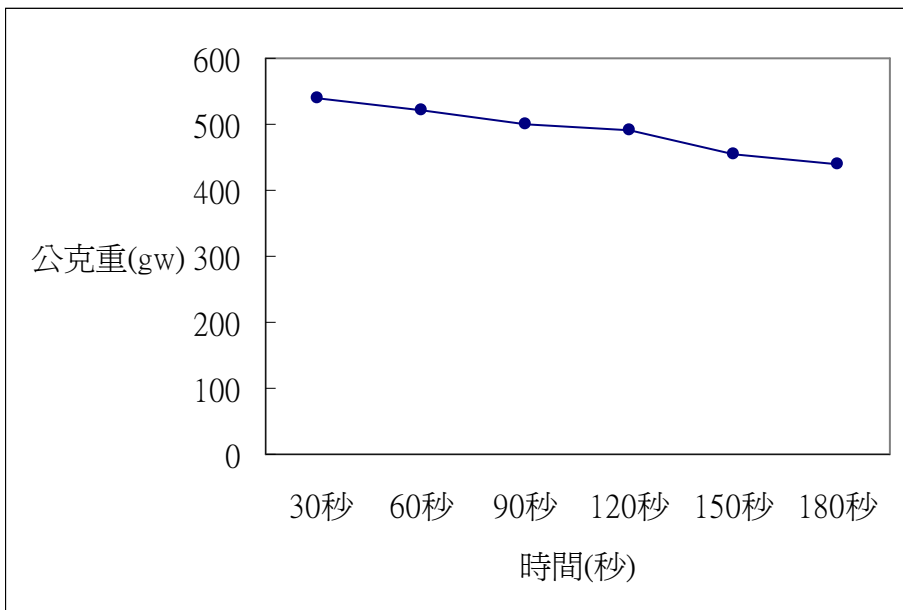
(二)100 毫升的酒精中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	660gw	620gw	580gw	540gw	520gw	480gw

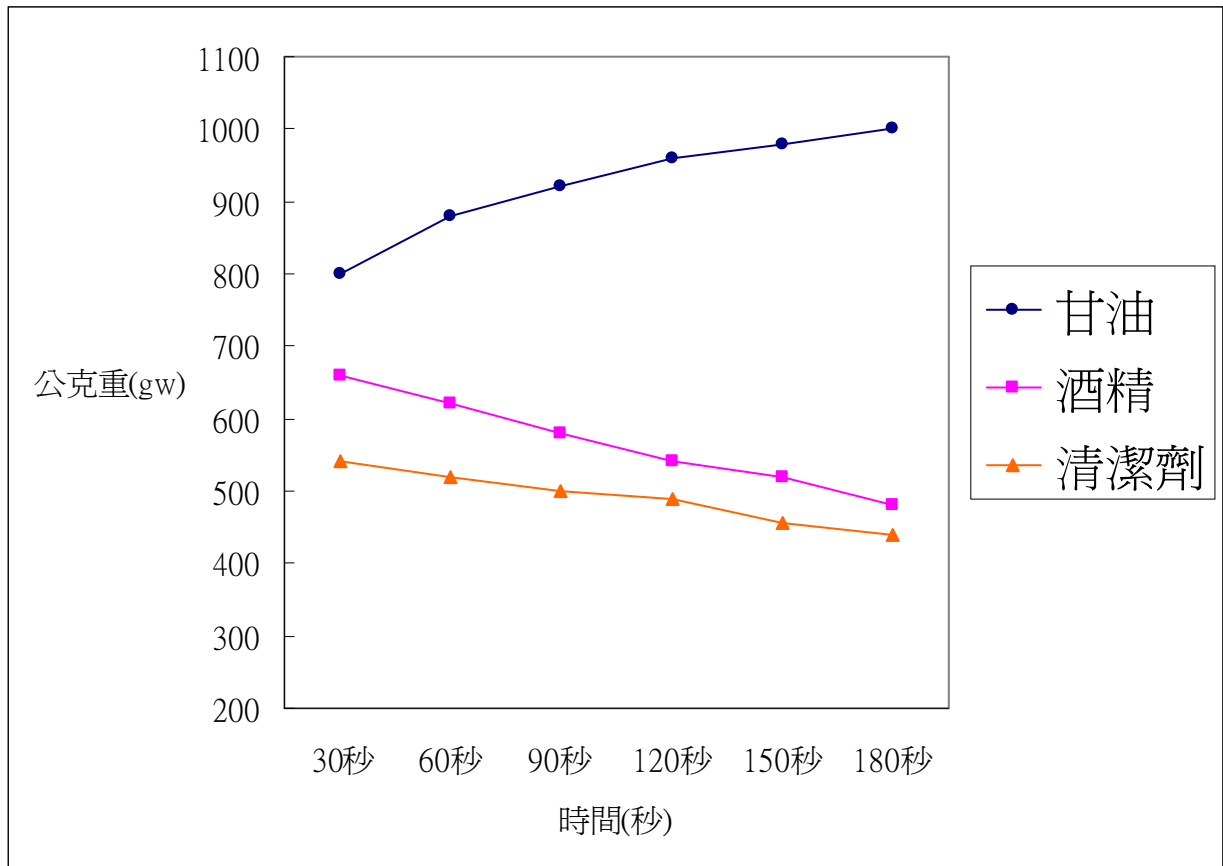


(三)100 毫升的康潔清潔劑中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

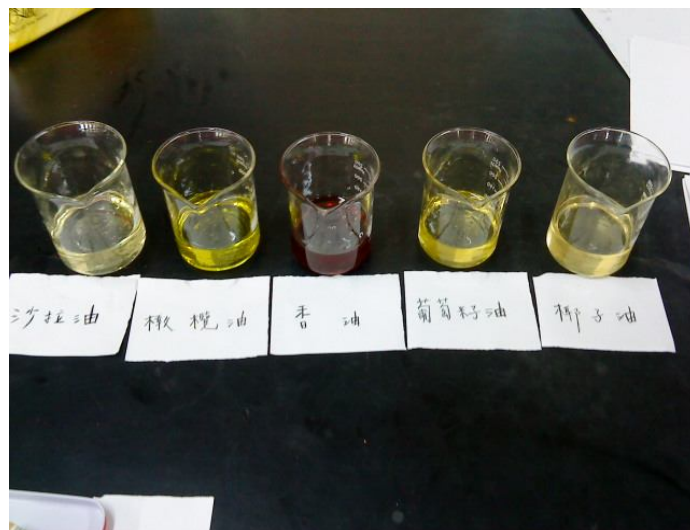
時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	540gw	520gw	500gw	490gw	455gw	440gw



(四)不同種類液體中粉筆硬度變化結果



三、研究三的實驗結果：浸泡不同種油的影響



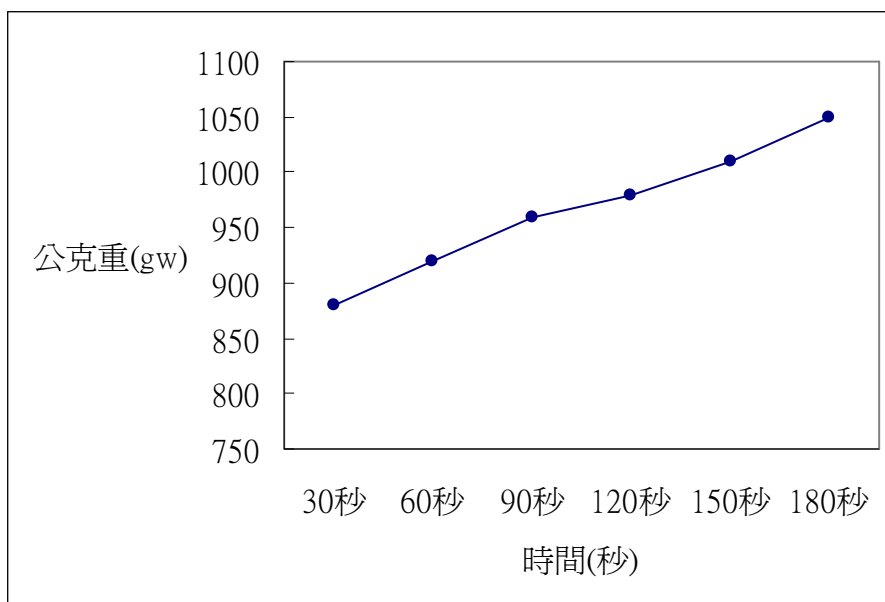
圖(六) 100 毫升五種油，左起依序為沙拉油、橄欖油、香油、葡萄籽油及椰子油



圖(七) 浸泡過五種溶液之粉筆

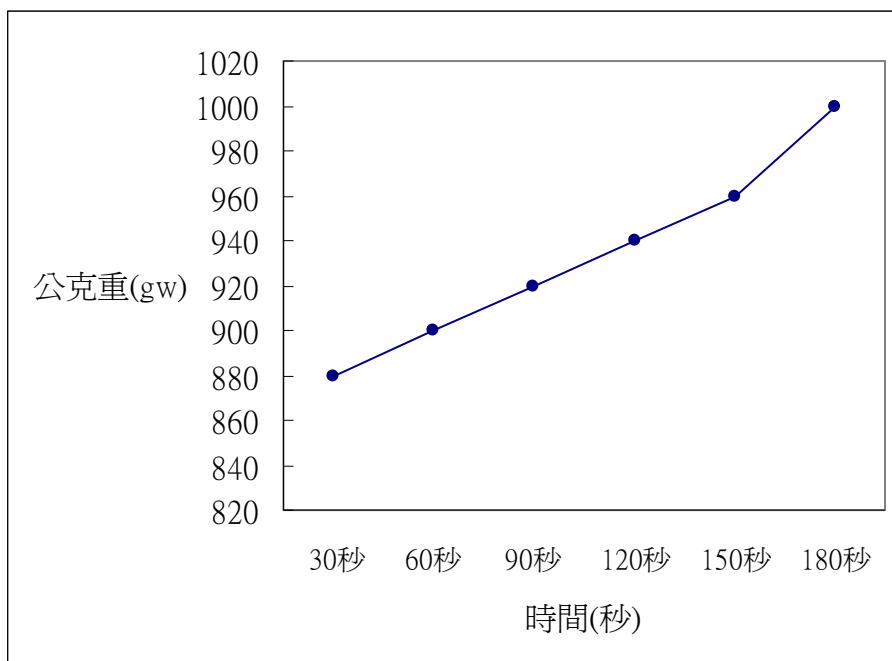
(一)100 毫升的香油中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	880gw	920gw	960gw	980gw	1010gw	1050gw



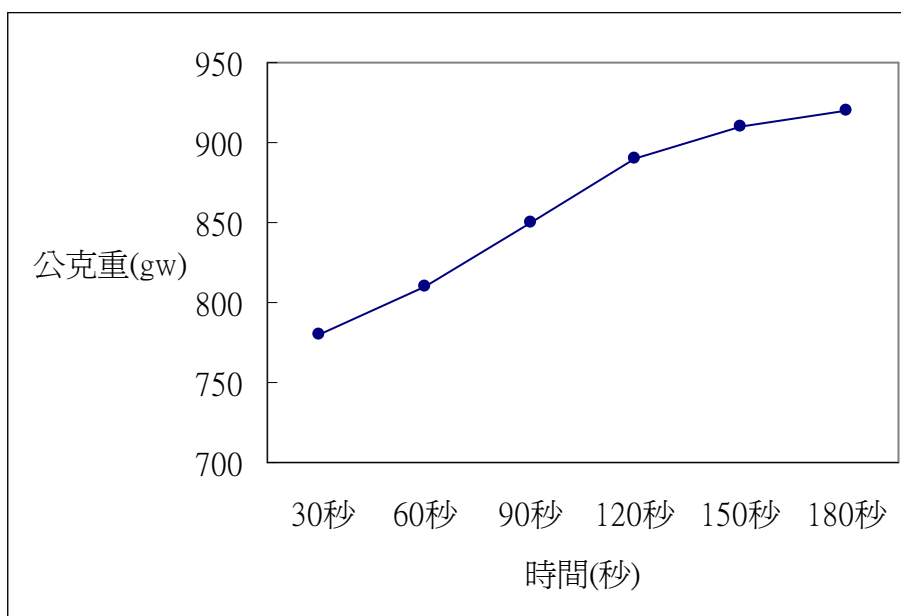
(二)100 毫升的椰子油中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	880gw	900gw	920gw	940gw	960gw	1000gw



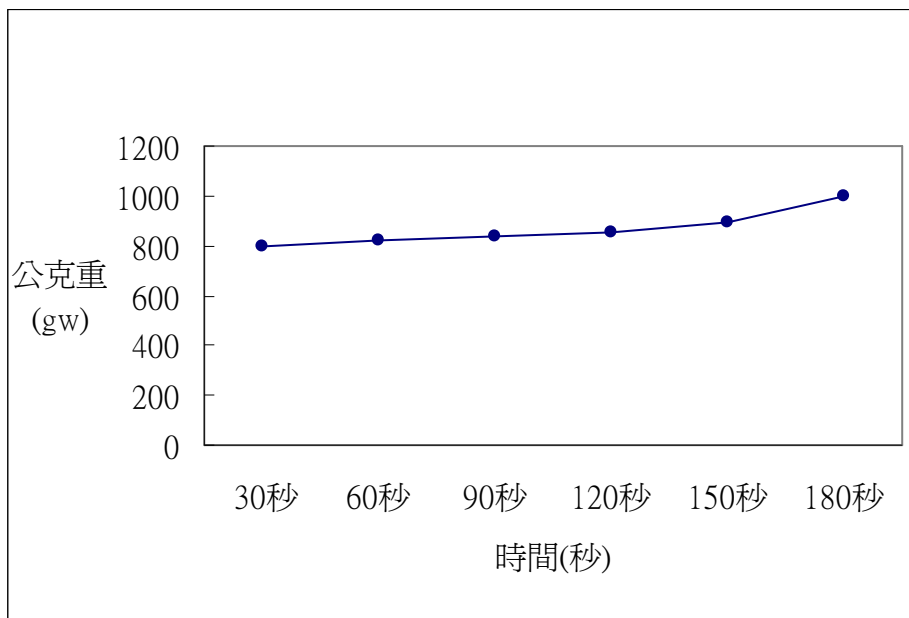
(三)100 毫升的葡萄籽油中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	780gw	810gw	850gw	890gw	910gw	920gw



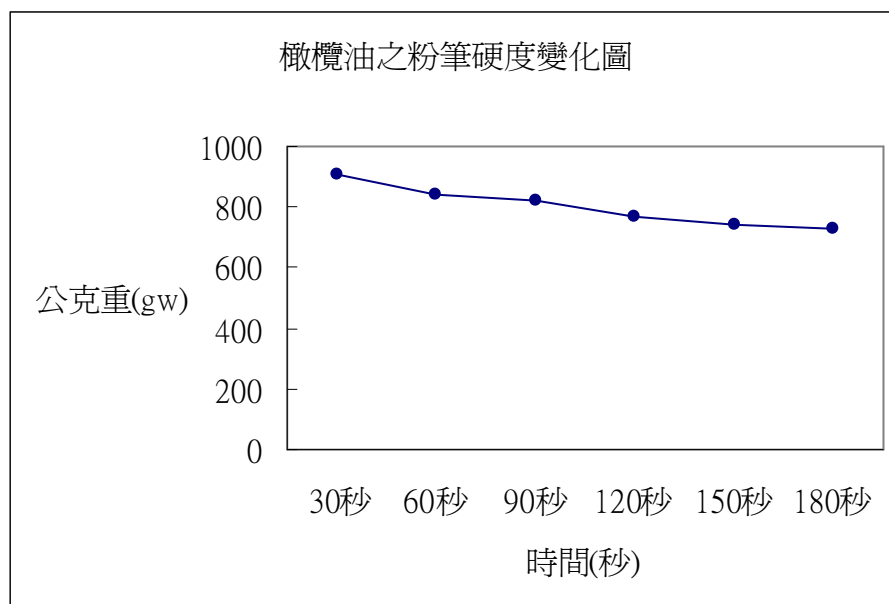
(四)100 毫升的沙拉油中粉筆隨浸泡時間增加硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	800gw	820gw	840gw	850gw	890gw	1000gw

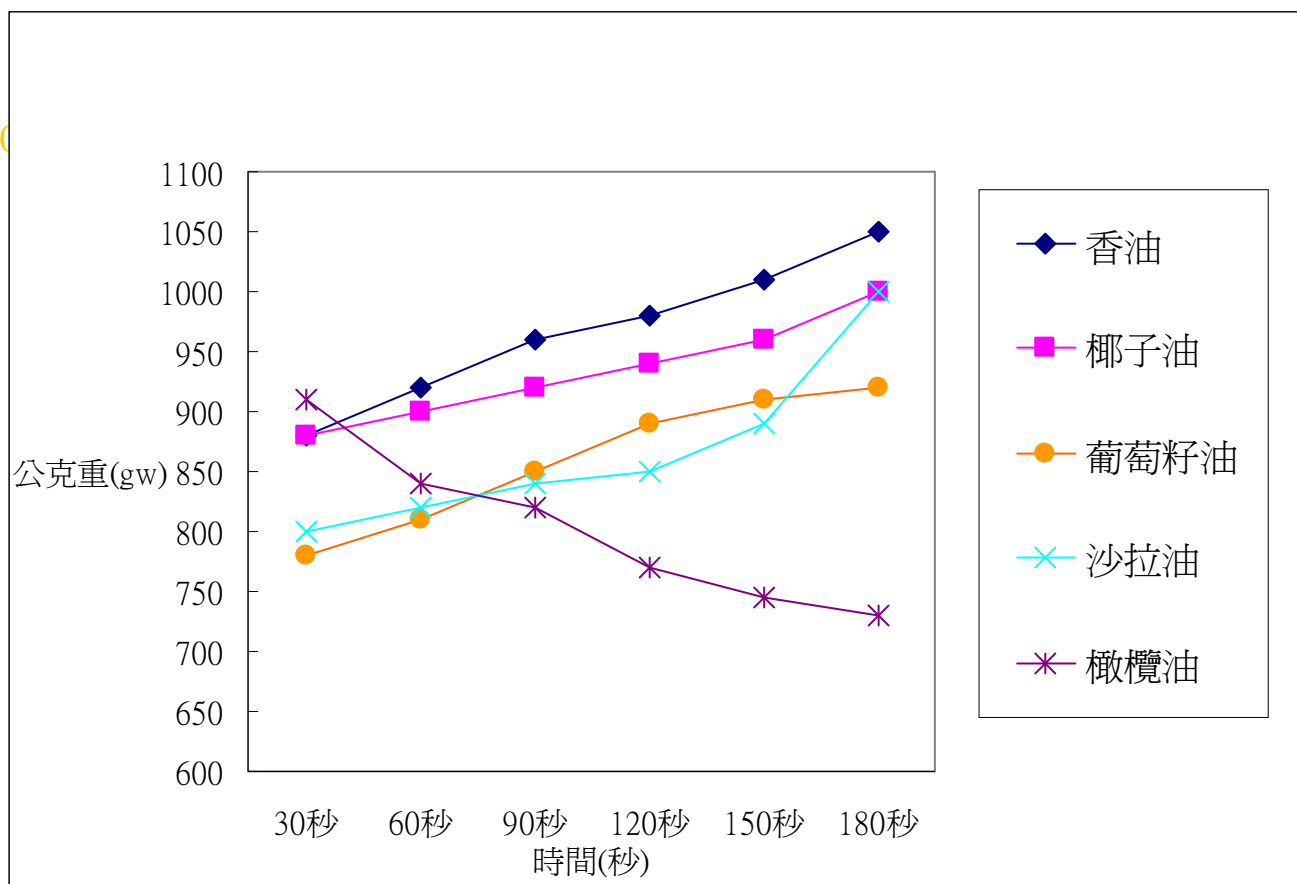


(五)100 毫升的橄欖油中粉筆隨浸泡時間硬度變化結果

時間	30 秒	60 秒	90 秒	120 秒	150 秒	180 秒
公克重	910gw	840gw	820gw	770gw	745gw	730gw



(六)不同種類的油中之粉筆硬度變化結果



【說明】所有油都會使粉筆變硬，但橄欖油會因為時間愈長而使粉筆越變越軟，其餘的油會因為時間愈長而使粉筆越變越硬。

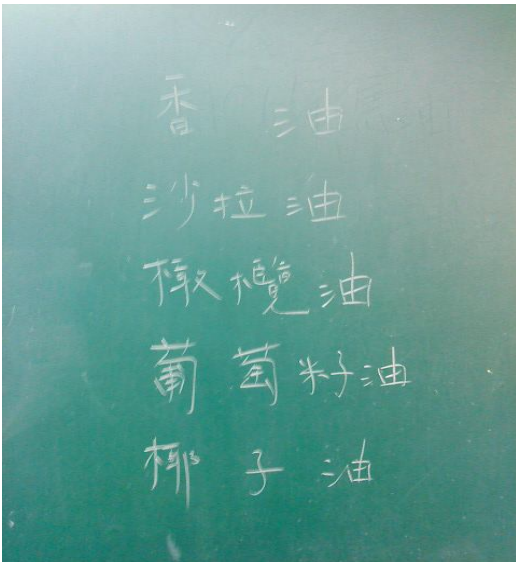
四、研究四的實驗結果：浸泡各種不同的溶液之粉筆書寫程度

一、分別取浸泡過不同溶液之粉筆以相同力道書寫於黑板上，觀察其書寫程度及擦拭程度。

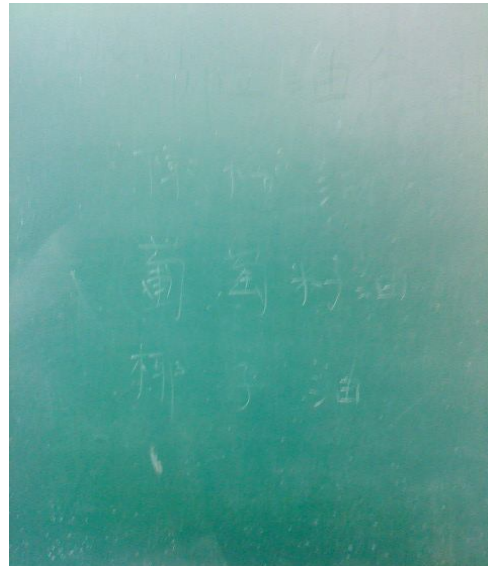
	擦拭程度	擦拭乾淨次數	書寫於黑板之清晰度
一般粉筆	易擦拭	1-2 次	
甘 油	不易擦拭	7-8 次	與一般粉筆相同
清 潔 劑	易擦拭	1-2 次	與一般粉筆相同
鹽 水	易擦拭	1-2 次	與一般粉筆相同
酒 精	不易擦拭	3-4 次	與一般粉筆相同

小蘇打水	不易擦拭	5-6 次	較一般粉筆淡
糖水	不易擦拭	6-7 次	較一般粉筆淡
NaOH (aq)	易擦拭	2-3 次	較一般粉筆淡
其餘油類	不易擦拭	6-7 次	較一般粉筆淡

【註】 擦拭乾淨次數超過 4 次(含)時，視為不易擦拭。

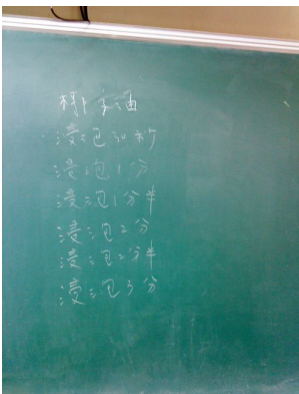


圖(八) 將浸泡過五種油之粉筆書寫於黑板上

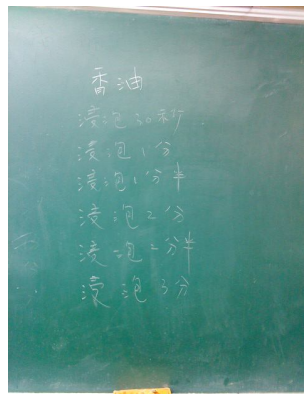


圖(九) 以相同力道擦拭 6-7 次

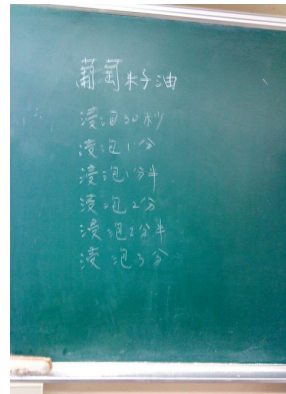
二、將分別浸泡過各種溶液之粉筆，依照浸泡時間 30 秒，60 秒，90 秒，120 秒，150 秒依序書寫於黑板上。



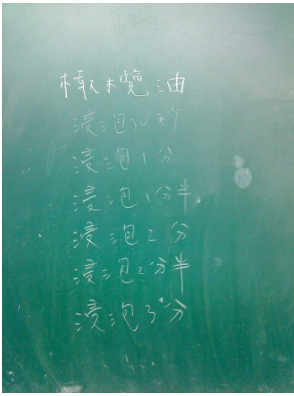
椰子油



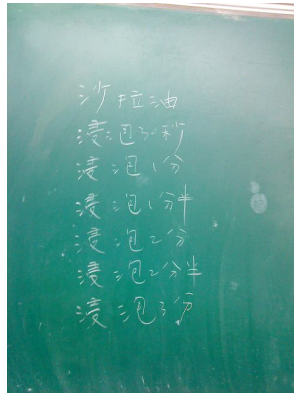
香油



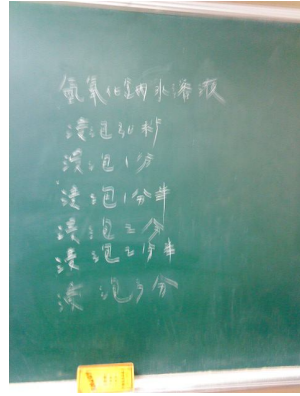
葡萄籽油



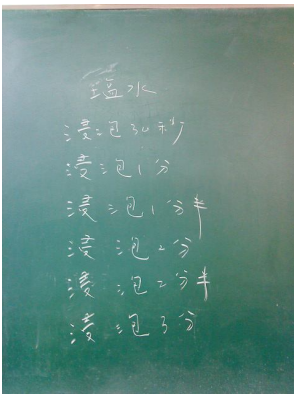
橄欖油



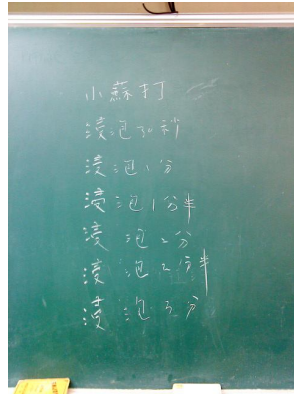
沙拉油



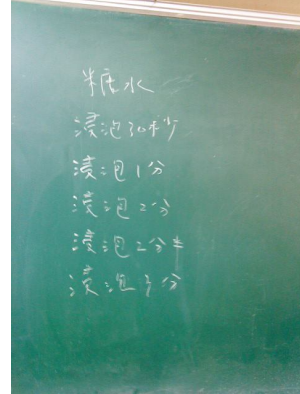
氫氧化鈉水溶液



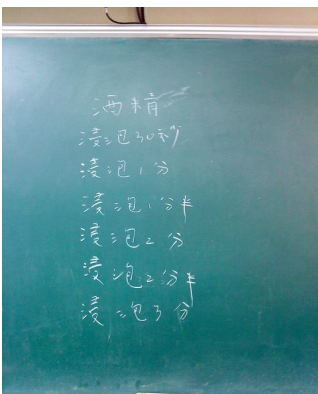
鹽水



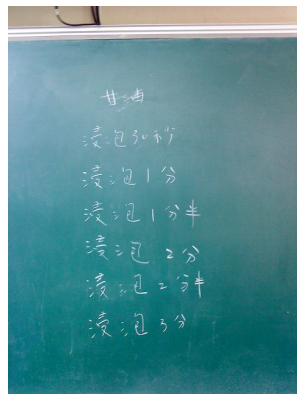
小蘇打水



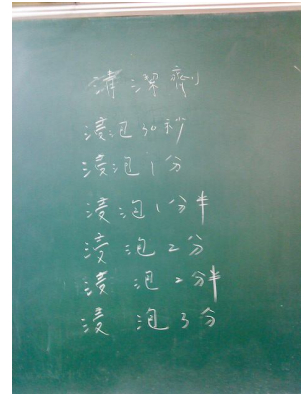
糖水



酒精



甘油

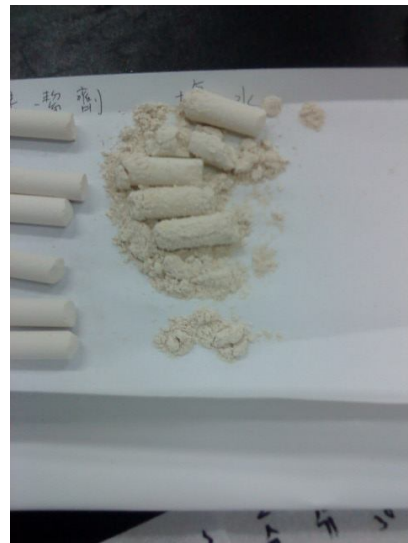


清潔劑

二、浸泡食鹽水後粉筆的變化情形

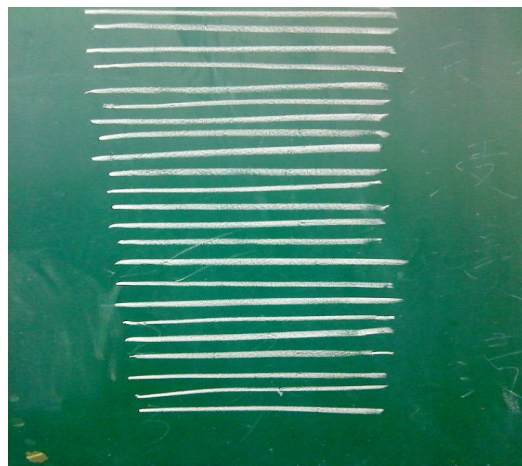


圖(十) 浸泡鹽水粉筆風乾後三天



圖(十一) 浸泡鹽水粉筆風乾後五天

五、研究五的實驗結果：浸泡各種不同溶液之粉筆來測量粉塵多寡



圖(十二) 以相同力道畫五條線測量掉落粉塵數

(一)一般粉筆

次數	原本重量	後來重量	掉落粉塵重量
1	4.42gw	4.31gw	0.11gw
2	4.80gw	4.68gw	0.12gw
3	4.62gw	4.60gw	0.08gw
4	4.89gw	4.80gw	0.09gw
5	4.68gw	4.62gw	0.06gw
6	4.59gw	4.53gw	0.06gw
平均粉塵掉落重量=0.087 公克重(gw)			

(二)康潔洗潔劑

次數	原本重量	後來重量	掉落粉塵重量
1	3.75gw	3.71gw	0.04gw
2	3.58gw	3.54gw	0.04gw
3	3.62gw	3.58gw	0.04gw
4	3.31gw	3.29gw	0.02gw
5	3.50gw	3.48gw	0.02gw
6	3.13gw	3.11gw	0.02gw
平均掉落粉塵重量=0.030 公克重(gw)			

(三)酒精

次數	原本重量	後來重量	掉落粉塵重量
1	3.24gw	3.20gw	0.04gw
2	3.40gw	3.37gw	0.03gw
3	3.29gw	3.27gw	0.02gw
4	3.62gw	3.58gw	0.04gw
5	3.60gw	3.59gw	0.01gw
6	3.26gw	3.20gw	0.06gw
平均掉落粉塵重量=0.033 公克重(gw)			

(四)鹽水

次數	原本重量	後來重量	掉落粉塵重量
1	5.13gw	5.04gw	0.08gw
2	5.50gw	5.44gw	0.06gw
3	5.01gw	4.95gw	0.07gw
4	5.26gw	5.22gw	0.04gw
5	5.14gw	5.08gw	0.06gw
6	5.07gw	5.02gw	0.05gw
平均粉塵掉落重量=0.060 公克重(gw)			

【說明】 粉塵掉落重量比較：一般粉筆>鹽水>酒精>康潔洗潔劑

陸、討論

- 一、本實驗為針對不同狀況對粉筆硬度的影響，所以在測量粉筆硬度中，我們以彈簧秤來拉粉筆測量其斷裂時的受力大小，以此來代表粉筆硬度。
- 二、相同粉筆在水中，時間越久，則硬度越小，反之，則硬度越大，我們認為，粉筆浸泡在水中，因為經過時間越久，滲透的範圍也由外部漸漸進到內部，所以會越來越軟。
- 三、在等量且等時的不同溶質的水溶液中，粉筆浸泡在鹽水、糖水、小蘇打水以及氫氧化鈉水溶液中，都發現浸泡時間越長，則硬度越小，我們認為，粉筆只要是浸泡在水溶液中，都會因為時間越來越久，滲透的範圍也由外部漸漸到達內部，故會越來越軟。
- 四、在不同溶質水溶液對粉筆硬度變化中，可以發現粉筆在浸泡糖水中變軟之程度變化較小，其次為小蘇打水，接著為氫氧化鈉水溶液及鹽水。我們認為，浸泡糖水的粉筆外表甜甜黏黏的，故有黏滯性，變軟的速率相對較低；而小蘇打水及氫氧化鈉水溶液，前者為弱鹼腐蝕性較弱，後者為強鹼腐蝕性較強，小蘇打水變軟的速率較氫氧化鈉水溶液低。至於我們所使用的飽和食鹽水也是會變軟。
- 五、在等量且等時的不同性質溶液中，我們可發現，粉筆浸泡在甘油中，時間越長，則硬度越大；其餘的酒精及清潔劑，時間越長，則硬度越小，我們認為，甘油因為具有較高的黏滯性，故使粉筆裡的結構改變，硬度並隨著時間增長，有逐漸增加的趨勢。
- 六、相同的粉筆在香油、椰子油、葡萄籽油和沙拉油中，浸泡時間越久，則硬度越大；而浸泡在橄欖油中，卻產生不同結果，時間越長，則硬度反而越小，我們認為，並不是每一種油都可使粉筆變硬，粉筆硬度會因油本身的性質與結構改變而改變。我們討論的結果，因為橄欖油不飽和脂肪酸含量高，發煙點較低，所以造成結果和其他種類的油不同。
- 七、浸泡在食鹽水中的粉筆書寫起來較好寫，掉落的粉塵也較少，可惜不易保存，風乾幾天後，皆因過軟而造成剝離形成小碎片，可能是因為飽和食鹽水具有脫水之功能。經過一段時間後，水份蒸發了，使得食鹽滲進粉筆中，使之脫水，使原本就殘存於粉筆中的些微水氣消失，進而破壞粉筆的結構使之剝離。

柒、結論

- 一、沙拉油、椰子油、香油、葡萄籽油皆會使粉筆變硬，但橄欖油卻會因為時間越長而越軟。
- 二、當粉筆放在鹽水、糖水、氫氧化鈉水溶液及小蘇打水中，浸泡的時間越久，粉筆的硬度也相對減少。
- 三、粉筆浸泡在甘油中，時間越長，粉筆越硬。
- 四、在測量粉塵實驗中發現，一般的粉筆書寫起來掉落的粉塵較多，而浸泡在洗潔劑及酒精中的粉筆粉塵掉落數明顯減少許多。
- 五、經由實驗發現，浸泡鹽水及水的粉筆變軟的速度較浸泡其餘之水溶液明顯許多。
- 六、浸泡在酒精中的粉筆書寫起來較好寫且掉落塵重量較少，但擦拭程度較清潔劑與鹽水難擦拭。
- 七、浸泡在鹽水及清潔劑中，書寫起來既好寫又易擦拭。但浸泡鹽水的粉筆風乾幾天後會出現剝離的現象，而經由清潔劑所浸泡過的粉筆消耗量較一般粉筆少且無剝離現象，故清潔劑是添加在粉筆中，使其粉塵較少且好寫的合適選擇。

捌、參考資料

- 一、自然與生活科技第三冊（康軒版）。
- 二、我把蛋殼變粉筆了！，第四十八屆全國中小學科展，雲林縣西螺鎮中山國民小學，國小組生活與應用科學科，林宜萱、廖子漩、吳柔蓉、張維心、高維駿、楊文禮。
- 三、奇摩知識：粉筆的原料和缺點。取自
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1010052607608/>。
- 四、粉筆乾燥器，第五十屆宜蘭縣科展，國小組生活與應用科學科，楊嘉柔、李家君、林欣蓉、呂亦晨、李若綺、趙承恩。
- 五、奇摩知識：粉筆的製造過程。取自

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1607061001604/>.

六、奇摩知識：自己 DIY 做粉筆。取自

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1507030506466/>.

七、維基百科：粉筆。取自 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B2%89%E7%AD%86/>.

八、老師，我把粉筆變硬了！，王亮均、谷宗益、羅泊喻。取自

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2005/10/2005102112471784.pdf>，

九、死灰復燃 - 粉筆重生了，林愉真、莊雅涵、羅本立。取自

<http://www.shs.edu.tw/works/essay/2007/03/2007033014061726.pdf>，

十、奇摩知識：粉筆的原料及製造過程。取自

<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005040900100/>.

玖、延伸研究

一、因為我們曾經想過，如果改用不同材質的接觸面，各浸泡過的的粉筆寫起來會有什麼差別呢？所以把浸泡過五種食用油及甘油之粉筆來做研究比較其差異。

(一) 書寫於木板



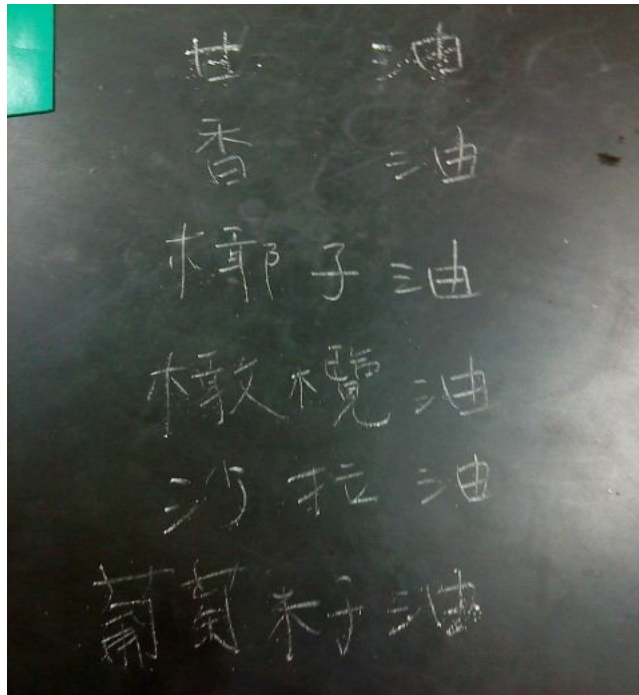
擦拭前



擦拭後

討論：由圖可知，將粉筆書寫於木板上，不清楚也較難擦拭。

(二) 書寫於電木板（一般抗酸抗鹼的實驗桌上）



將浸泡過五種油及甘油之粉筆書寫於電木板上

討論：由圖可知，將粉筆書寫於電木板上，可發現清晰度較一般粉筆淡，但易書寫且容易擦拭。

而其他材質則因為摩擦力不足，無法書寫上去，也無法進行討論。

【評語】 030103

粉筆是教室內極易獲取的教學器材，作者能將生活中發現的問題深入研究，並尋思解決問題，認真的態度值得肯定。