

中華民國第 52 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

最佳創意獎

080802

染出新發現—天然無毒白板筆

學校名稱：國立屏東教育大學附設實驗國民小學

作者： 小六 陳芝歡 小六 周佩儀	指導老師： 張淑惠 許照榮
---------------------------------	-----------------------------

關鍵詞：藍染、白板筆、蒸餾

摘要

本次研究主要是要做出一支無毒且不會散發異味的白板筆。發現白板筆其中毒性主要來自於溶劑及顏料，聽說客家的藍染是一種天然染劑，因此想利用它做為白板筆的顏料。實驗結果，我們發現濃縮 20 倍的藍染書寫效果最好。比較出效果最好的自製白板筆墨水後，我們希望它在書寫時也能散發淡淡清香，因此試著加入檸檬皮和橘子皮萃取出來的汁液，看是否會影響書寫效果，實驗結果是加入檸檬皮的汁液比較成功。最後我們將自製的白板筆墨水裝在彩色筆裡，發現寫出來的效果良好，只是寫到最後會變淡；而自製的白板筆也比一般的白板筆好去除痕跡，耐用性也很好。一支無毒且不會有異味的白板筆，在多次的實驗中，終於誕生了。

壹、研究動機

未來的世界會比現在更進步，使用黑板的人也會日漸減少，反而是白板及白板筆會廣泛的銷售與使用。現代的補習班也大多都是使用白板上課，但是，每當老師將筆蓋打開時，總會有一種刺鼻的氣味衝進鼻子裡，讓人感到非常不舒服。所以，為了讓學生們能專心的在一個不會聞到有毒物質的教室裡上課，也讓其它使用者能不用吸取白板筆所散發出來的有毒物質，而感到不適，因此我們決定要做出一支無毒且有清香的白板筆，希望這能改善許多人的不適。

貳、研究目的

- 一、用藍染和一般的白板筆的明顯度比較
- 二、利用「蒸餾法」看能否使效果更佳
- 三、利用不同濃度的藍染比較效果
- 四、製做白板筆
- 五、調製出最好的墨水

參、文獻探討

一、白板筆的成分：

一般白板筆是用**酯類溶劑**或**酮類溶劑**，都是低毒性物質。市售環保白板筆是用**異丙醇**當溶劑，毒性是最少。以上這些溶劑，聞久了對肝臟不好。一般白板筆內都含有**顏料及酒精**。

乙醇：分子式為 C_2H_5OH ，原裝品分有 95% 和 100%，其餘濃度都是經過調製。有分等級。

異丙醇：分子式為 $CH_3CH(OH)CH_3$ ，原裝品為 99%，有分等級。

二、食用酒精：

以糧穀、薯類、甜菜或糖蜜為原料，經發酵、蒸餾製成含酒精成分超過百分之八十之未變性酒精。

三、藍染：

(一)目前所知的藍染植物主要分屬下列四科：

1.爵床科植物馬藍、2.豆科植物木藍、3.蓼科植物蓼藍、4.十字花科植物菘藍

(二)藍染成分：

以「傳統沉澱法」方式去取得的「藍靛」（藍泥），其中所含 Indigo 量甚低，甚至大多仍為石灰質的有機物殘餘。

(三)蒸餾藍染

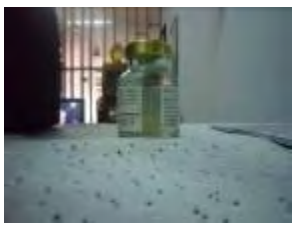
蒸餾藍染、米酒方法				
種類	濃縮 4 倍藍染	濃縮 20 倍藍染	濃縮 30 倍藍染	經濃縮後的米酒
步驟	1. 將 100 毫升的藍染倒入 200 公克的濃縮瓶內。 2. 把放藍染的濃縮瓶裝到減壓濃縮乾燥機上。 3. 啟動儀器並將它放入 60 度的熱水中。 4. 啟動馬達。 5. 進行蒸餾。	1. 將 250 毫升的藍染倒入 200 公克的濃縮瓶內。 2. 把放藍染的濃縮瓶裝到減壓濃縮乾燥機上。 3. 啟動儀器並將它放入 60 度的熱水中。 4. 啟動馬達。 5. 進行蒸餾。	1. 將 100 毫升的藍染倒入 200 公克的濃縮瓶內。 2. 把放藍染的濃縮瓶裝到減壓濃縮乾燥機上。 3. 啟動儀器並將它放入 45 度的熱水中。 4. 啟動馬達。 5. 進行蒸餾。	1. 將 100 毫升的米酒倒入 200 公克的濃縮瓶內。 2. 把倒入米酒的濃縮瓶裝到減壓濃縮乾燥機上。 3. 啟動儀器並將它放入 55 度的熱水中。 4. 啟動馬達。 5. 進行蒸餾。
發現	1. 藍染 60 度就起泡，所以我們將水溫降至 55 度。	1. 濃縮 20 倍的藍染比較濃稠，靜置一會兒也不會有藍藍的沉澱物。	1. 濃縮 30 倍的藍染更濃稠，顏色很黑。	1. 米酒要 60 度的熱水才會沸騰。 2. 酒精大約 70 度就會揮發；水要 100 度才會揮發，所以當水溫高時，酒精會比水先揮發到另一個濃縮瓶。
備註	※瓶內的藍染起泡，要降低水溫，減少壓力，降低沸點。 ※算濃縮倍數是原容量÷濃縮後的容量。		※30 分鐘後變 55 度，再過 30 分鐘變為 60 度。	※米酒蒸餾後要取「收集」的那個濃縮瓶（有兩個濃縮瓶，不取原倒入 100 毫升的那個濃縮瓶）。

肆、研究設備與器材

實驗（一）：自製白板筆和一般白板筆的明顯度比較

量杯	尺	搗藥器	滴管
			
藍染	白板	白板筆	相機
			
棉花棒	米酒	藥用酒精	
			

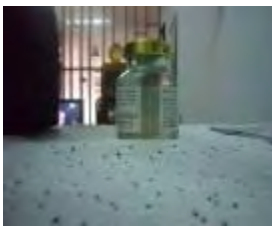
實驗（二）：利用「蒸餾法」看能否使效果更佳

量杯	尺	搗藥器	滴管
			
藍染	白板	白板筆	相機
			
棉花棒	米酒	藥用酒精	電子秤
			
減壓濃縮乾燥機 （蒸餾儀器）	空瓶 × 2		
			

實驗（三）：利用不同濃度的藍染比較效果

量杯	尺	搗藥器	滴管
			
藍染	白板	白板筆	相機
			
棉花棒	濃縮 5 倍的的米酒	藥用酒精	電子秤
			
減壓濃縮乾燥機 （蒸餾儀器）	空瓶 × 1		
			

實驗（四）：製做白板筆。

量杯	尺	搗藥器	滴管
			
濃縮 20 倍的藍染	白板	白板筆	相機
			
棉花棒	橘子皮	藥用酒精	檸檬皮
			
果汁機	空瓶 × 2	濃縮 30 倍的藍染	濾網
			
檸檬皮的汁液	剪刀	彩色筆	
			

實驗（五）：調製出最好的墨水。

量杯	尺	檸檬皮的汁液	滴管
			
濃縮 20 倍的藍染	白板	白板筆	相機
			
棉花棒	彩色筆	濾網	減壓濃縮乾燥機 (蒸餾儀器)
			
彩色筆	過濾器		
			

伍、研究過程及結果

(一) 用藍染和一般的白板筆的明顯度比較

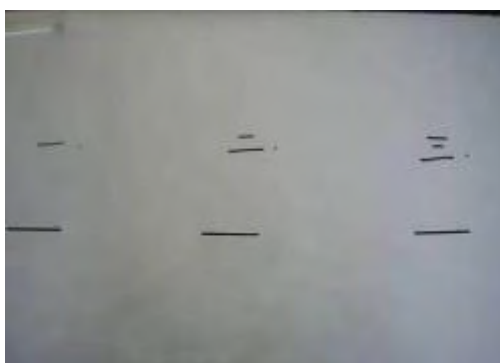
種類		藍染	混合食用酒精	混合藥用酒精
實驗步驟		1. 在白板上用白板筆和藍染各寫上三個 5 公分的一。 2. 兩者做比較。	1. 將 5 毫升的藍染和米酒混合在一起。 2. 用白板筆和混合後的藍染在白板上各寫下三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 將 5 毫升的藍染和藥用酒精混合在一起。 2. 用白板筆和混合後的藍染在白板上各寫下三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。
結果	一	×	×	✓
	二	×	×	✓
	三	×	×	✓
	總結	×	×	✓
發現		1. 藍染的氣味： 很刺鼻、有異味。 2. 藍染的觸感：滑滑的，若 不小心沾到手上，要用清水洗很久才 掉。 3. 藍染的 水分太多 ，寫上去 幾乎看不到 。 4. 寫之前及寫之後沒有任何差別。	1. 混合米酒的藍染水份還是太多，寫上去的明顯度不大，寫出來的字不清楚。 2. 米酒的氣味香香的、米酒和藍染混合後能改善藍染的異味。 3. 米酒和藍染的 混合比例可能也會影響它的明顯度。	1. 用混合藥用酒精的藍染寫完後白板上會 留下黃黃的痕跡。 2. 混合藥用酒精後的藍染會有 藍藍的沉澱物 ，只畫一次不會有顏色，但 來回多畫幾下 就會留下藍染的痕跡。 3. 藥用酒精的 氣味很刺鼻。
結論		從以上表格，可得知 混合藥用酒精 的自製白板筆明顯度比藍染和混合食用酒精的 效果好 。藍染和混合食用酒精的效果不佳的最大原因應該就是「 水份太多 」，所以我們想在實驗（二）利用「 蒸餾法 」將 水份蒸發 ，使自製的白板筆墨水 濃縮 ，看能不能使效果更佳。		

※ 註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。

(只用藍染)



↑ 寫之前

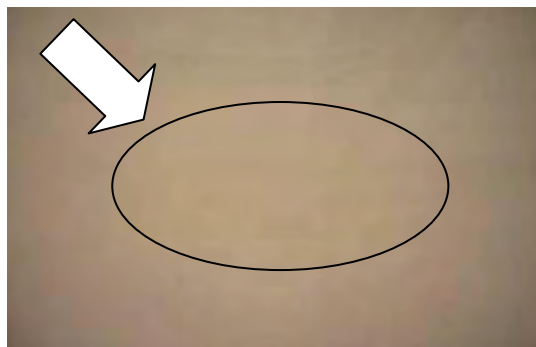


↑ 寫之後

(混合米酒)

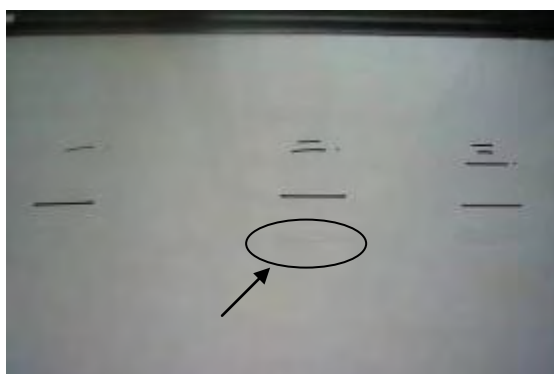


↑ 寫之後

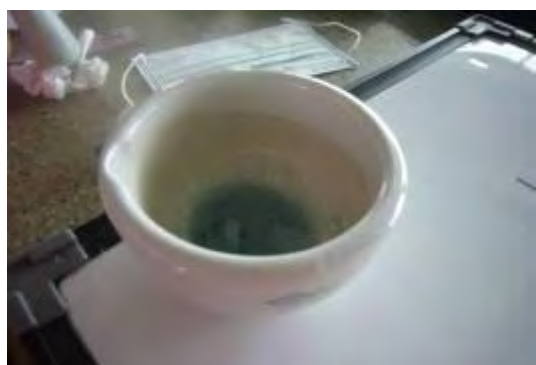


↑ 黃黃的痕跡

(混合藥用酒精)



↑ 來回多畫幾下後



↑ 藍藍的沉澱物

(二) 利用「蒸餾法」看能否使效果更佳

種類		只用蒸餾過藍染	混合食用酒精	混合藥用酒精
實驗步驟		1. 蒸餾藍染。 2. 在白板上用白板筆和蒸餾過的藍染各寫上三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 蒸餾米酒 2. 混合蒸餾過的藍染和米酒，各 5 毫升。 3. 用白板筆和混合後的藍染在白板上各寫下三個 5 公分的一。 4. 兩者做比較。	1. 混合蒸餾過的藍染和藥用酒精，各 5 毫升。 2. 用白板筆和混合後的藍染在白板上各寫下三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。
結果	一	○	○	○
	二	○	○	○
	三	○	○	○
	總結	○	○	○
發現		1. 雖然蒸餾過的藍染效果比未蒸餾過的藍染好，但跟一般白板筆比起來，水份還是有點多。 2. 蒸餾過的藍染沒有氣味。 3. 靜置一會兒，它會像把沙子放進清水裡一樣，最下面有藍藍的沉澱物，上面跟中間是像水的液體。	1. 米酒內含的水分較多需要較高的溫度來使它沸騰；藍染內含的水份較少且是用鹼性水溶液萃取而出的，溫度不需太高就可沸騰（一般酸、鹼性水溶液都不需要太高的溫度就可沸騰）。 2. 寫出來的字雖然比沒蒸餾過的好，但水份還是太多了。 3. 酒精的氣味很重、刺鼻。	1. 不論怎麼攪拌，靜置一會兒後，下面一定會有沉澱著一些藍藍的沉澱物。 2. 若用衛生紙將水分吸乾，並用下面的沉澱物也能寫出字來。 3. 寫出來的字，水份也很多。
結論		由這次的實驗結果可知蒸餾過的藍染、混合蒸餾過的米酒和混合藥用酒精的明顯度都比沒蒸餾過的好，但跟一般的白板筆比起來還是有些差異，失敗的原因可能還是「水份太多」，所以我們要在實驗（三）改變藍染的濃縮倍數，測試能否使明顯度更佳。		

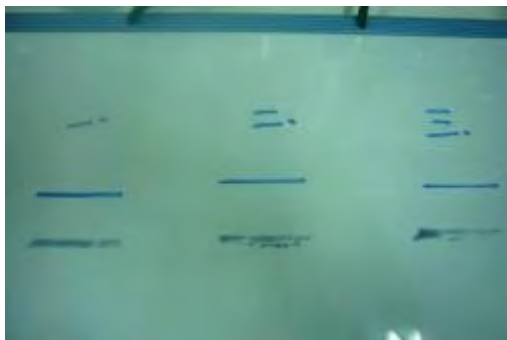
※ 註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。



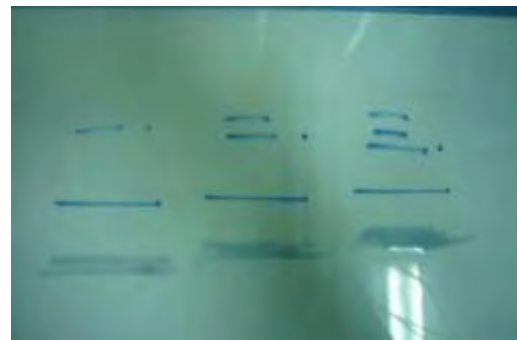
↑ 蒸餾出來的藍染和水



↑ 混合藥用酒精寫之後



↑ 用蒸餾過的藍染寫之後



↑ 混合蒸餾過的米酒寫之後



↑ 蒸餾米酒圖解 ↑

※蒸餾順序主要為「濃縮→冷凝→收集」。

(三) 利用不同濃度的藍染比較效果

種類（濃縮 20 倍）		只用蒸餾過藍染	混合食用酒精	混合藥用酒精
實驗步驟		1. 將藍染濃縮 20 倍。 2. 在白板上用一般的白板筆和蒸餾過的藍染各寫上三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 混合濃縮好的藍染和濃縮米酒，各 5 毫升。 2. 在白板上用一般白板筆和自製墨水各寫下三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 混合濃縮好的藍染和藥用酒精，各 5 毫升。 2. 在白板上用一般白板筆和自製墨水各寫下三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。
結果	一	○	○	✓
	二	○	○	✓
	三	○	○	✓
	總結	○	○	✓
發現		1. 用衛生紙將自製墨水的痕跡擦去時，要用 很大的力氣 才能將它擦去（不留下痕跡）；若只是將 顏色擦去 ，它仍然會留下 藍藍的痕跡 。 2. 實驗結果很理想，幾乎就是我們想要的自製墨水。 3. 顏色 很深 ，表面看起來像 黑色 ，但實際上卻是 藍色 。	1. 混合後有濃濃的 酒味 。 2. 寫上去的效果也很好，但也要用 很大的力氣 擦且擦完後白板會 黏黏的 。	1. 藥用酒精和藍染 不能融合 ，因為它們只要加在一起，就會有 藍藍的沉澱物 。 2. 寫出來的顏色是 藍色 的，但調製好的墨水漂浮的酒精卻是 綠色 的。 3. 我們把酒精吸掉一點，用下面的 沉澱物 來寫， 效果也不錯 。 4. 寫出來的字 很淡 ，可能是因為兩者 無法融合 的關係。
結論		由實驗結果可知，濃縮後的藍染、將濃縮後的藍染混合米酒和藥用酒精的實驗結果都滿不錯的，效果已近似真正的白板筆，只不過「混合藥用酒精」的這個實驗，是因為藍染和藥用酒精 無法融合 的關係，使得顏色 變淡 了。而另兩個實驗以 實用性 來看，應該是「 用蒸餾 20 倍的藍染 」會 取勝 ，因為混和米酒的自製墨水，寫完擦掉後白板會 黏黏的 ，藍染則不會，只是需要 較大的力氣 來將它擦去而已。		

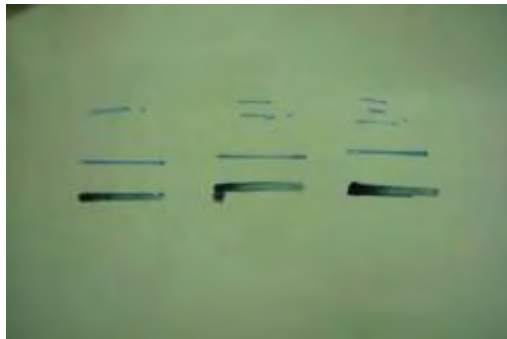
※ 註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。

種類（濃縮 30 倍）		只用蒸餾過藍染	混合食用酒精	混合藥用酒精
實驗步驟		1. 將藍染濃縮 30 倍。 2. 在白板上用一般的白板筆和蒸餾過的藍染各寫上三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 將藍染濃縮 30 倍。 2. 把 5 毫升濃縮好的藍染和濃縮米酒混合在一起。 3. 在白板上用一般的白板筆和自製的墨水各寫下三個 5 公分的一。 4. 兩者做比較。	1. 將藍染濃縮 30 倍。 2. 將 5 毫升濃縮好的藍染和藥用酒精混合在一起。 3. 在白板上用一般的白板筆和自製的白板筆墨水各寫下三個 5 公分的一。 4. 兩者做比較。
結果	一	✓	✓	○
	二	✓	✓	○
	三	✓	✓	○
	總結	✓	✓	○
發現		1. 顏色看起來像黑色、很濃稠，但畫到最後會變淡。 2. 氣味不好聞。	1. 寫上去水分太多、顏色太淡且偏灰色。 2. 氣味刺鼻（酒味）。	1. 寫上去看起來有沙沙的東西。 2. 混合後氣味不刺鼻，香香的。 3. 寫到後面會變淡。 4. 寫上去不會水水的。
結論		混合藥用酒精的自製墨水比另外兩個明顯，氣味也比較好聞，跟濃縮 20 倍混合藥用酒精的自製白板筆墨水比，較為成功；但只用濃縮 30 倍的藍染和濃縮 20 倍的藍染，濃縮 20 倍的藍染比較成功、清楚。		

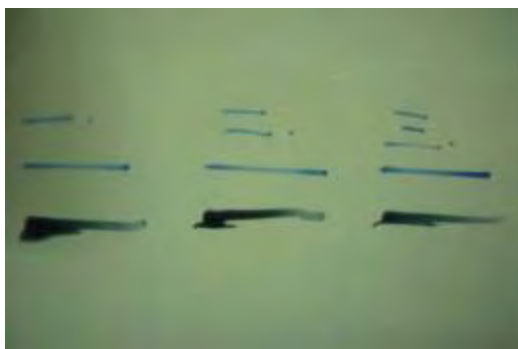
※ 註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見
（濃縮 20 倍的藍染）



↑ 濃縮 20 倍的藍染



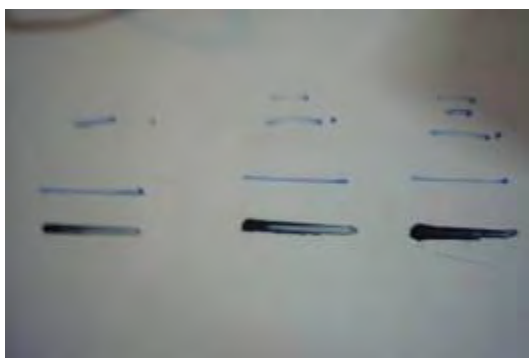
↑ 只用蒸餾過藍染寫之後



↑ 混合食用酒精寫之後
(濃縮 30 倍的藍染)



↑ 混合藥用酒精寫之後



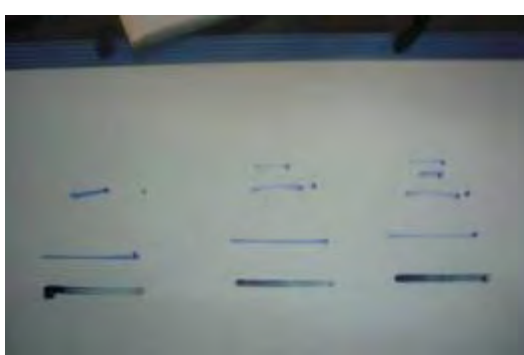
↑ 濃縮 30 倍的藍染寫之後



↑ 濃縮 30 倍的藍染



↑ 混合米酒寫之後



↑ 混合藥用酒精寫之後

（四）製做白板筆

（1）用實驗三效果最佳的白板筆墨水來加上香味，看是否影響效果

實驗步驟：

1. 比較「蒸餾 20 倍的藍染」和「蒸餾 30 倍的藍染混合藥用酒精」的自製白板筆墨水（實驗三和實驗四效果最好的），並選出明顯度最佳的一個。
2. 在效果最好的自製白板筆墨水裡加入 1 毫升橘子皮或檸檬皮萃取出來的汁液。
3. 兩者比較明顯度。

萃取方法：

1. 將橘子皮放入果汁機中，並加入 10 毫升的水，啟動果汁機，直到變成碎片為止。
2. 將打成碎片的橘子皮加入 95 毫升的自來水，並用搗藥器擠壓它。
3. 將濾網放置在空瓶上，並把擠壓出來的汁液倒進空瓶裡。
4. 萃取檸檬皮的汁液方法同步驟 1-3。

實驗三和實驗四的明顯度比較					
次數 類別		一	二	三	總結
蒸餾 20 倍 的藍染	蒸餾 20 倍 的藍染	○（清楚）	○（清楚）	○（清楚）	○
蒸餾 30 倍 的藍染	混合藥用 酒精	✓ （水太多）	✓ （水太多）	✓ （水太多）	✓

※註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。

加入橘子皮或檸檬皮的汁液的明顯度					
次數 類別		一	二	三	總結
橘子皮	蒸餾 20 倍 的藍染	✓ （水太多）	✓ （水太多）	✓ （水太多）	✓
檸檬皮	蒸餾 20 倍 的藍染	○ （很清楚）	○ （很清楚）	○ （很清楚）	○

※註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。

發現：

1. 橘子皮的汁液放在冰箱一天會結成**果凍狀**，檸檬皮的汁液則不會。
2. 檸檬皮的汁液放久了會**漂浮一層白白的東西**，看起來像**粉末**，我們覺得那些是**檸檬皮內層白白的部分**。
3. 用橘子皮的汁液寫出來的字水分**有點多**，顏色**偏綠色**。
4. 用檸檬皮的汁液寫出來的字**偏綠色且很清楚**。
5. 在蒸餾 30 倍的藍染混合藥用酒精的實驗中，藍染會**沉澱**，兩者**無法融合**。推測是測量容量時**有誤差**。
6. 加入檸檬皮的汁液的自製白板筆寫完擦去後**不會留下痕跡**，一般的白板筆則會。

結論：

加入檸檬皮的汁液**比較成功**，**水分不多**，而且擦拭後**不會留下痕跡**，氣味也比加入橘子皮的汁液**好聞**，寫出來的字**偏綠色且很清楚**；用橘子皮的汁液寫出來字比較**不清楚**，且水分太多，氣味也比較**不好聞**，寫出來的字也**偏綠色**。



↑ 加入檸檬皮的汁液寫出來的字



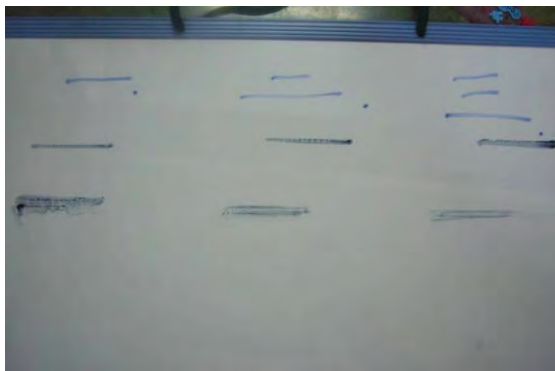
↑ 加入橘子皮的汁液寫出來的字



↑ 混合檸檬皮的汁液



↑ 混合橘子皮的汁液



← 實驗三和實驗四的明顯度比較

(2) 自製白板筆

實驗步驟：

1. 先將彩色筆的尾蓋拔開，把筆芯內剩餘顏料清洗乾淨，並將筆頭拔除。
2. 將蒸餾 20 倍的藍染和檸檬皮的汁液混合。
3. 將彩色筆筆芯吸取混合後的自製墨水。
4. 再將彩色筆組裝回去。
5. 試寫看看。

發現：

1. 寫到最後會變淡。
2. 寫出來的字偏藍色。
3. 筆芯墨水要吸很久。

自製白板筆價錢估算：

一瓶 500 毫升的藍染原液約 500 元；1 毫升=1 元

自製白板筆墨水用 50 毫升的藍染約 50 元

沒水的彩色筆 1 枝約 2 元

一瓶 54 毫升的檸檬皮汁液約 18 元；1 毫升=3 元

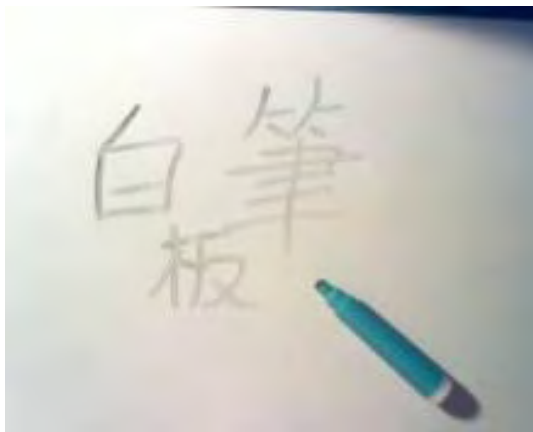
檸檬皮汁液約 3 元

藥用酒精 1 毫升約 0.5 元

總和： $50+2+3+0.5=55.5$ （元）



↑ 筆芯墨水要吸很久



↑ 試寫

(3) 放置 20 分鐘自製白板筆要擦幾次痕跡才會消去

實驗步驟：

1. 在白板上用自製白板筆和一般的白板筆寫下三個 5 公分的一。
2. 放置 20 分鐘。
3. 用衛生紙將自製白板筆和一般的白板筆的一個一先擦掉，並算其擦了幾次才擦去。
4. 步驟 3 重複三次。

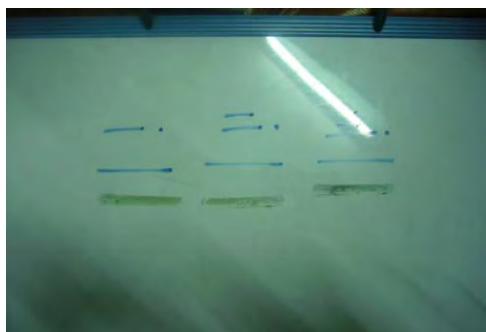
放置 20 分鐘看要擦拭幾次痕跡才會消去				
次數 類別	一	二	三	總結
自製 白板筆	3	2	3	3
一般的 白板筆	9	5	5	6

發現

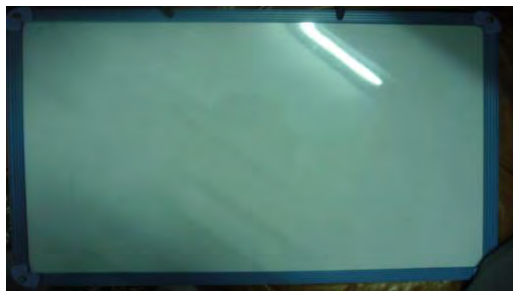
1. 自製白板筆比一般的白板筆好去除痕跡。
2. 自製白板筆都會保持在五次以下就可擦去痕跡；一般的白板筆則是五次以上才可擦去痕跡。

結論：

由這次的實驗結果可得知：將自製的白板筆墨水裝在彩色筆裡，寫出來的效果也不錯，只是寫到最後會變淡；而自製的白板筆也比一般的白板筆好去除痕跡。



↑ 寫之前



↑ 寫之後

(4) 自製白板筆耐用性

實驗步驟：

1. 將自製白板筆裝滿墨水。
2. 開始在白板上寫「一」(5 公分)，直到看不見墨水顏色。
3. 計算寫了幾個「一」。
4. 重複步驟 1-3 三次。

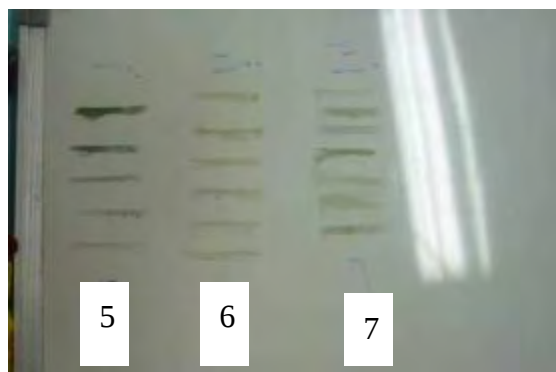
自製白板筆一次可以寫幾個「一」				
次數 類別	一	二	三	總結
自製白板筆	5	6	7	6

發現：

1. 自製白板筆墨水摸起來油油的，顏色看起來綠綠的，聞起來有檸檬的淡淡清香。
2. 自製白板筆寫出來的字是綠色的。

結論：

自製白板筆雖不如一般白板筆的耐用性，但是不會發出異味且無毒，所以對人體無害，價錢也不高。



←寫之後

(五) 調製出最好的墨水

(1-1) 耐用性

比例		2 : 1	3 : 1	2.5 : 1
實驗步驟		1. 將自製墨水的比例改為 2 : 1。 2. 把自製白板筆的筆芯裝滿墨水。 3. 開始在白板上寫「一」(5 公分), 直到看不見墨水顏色。 4. 計算寫了幾個「一」。 5. 重複步驟 2-4 三次。	1. 將自製墨水的比例改為 3 : 1。 2. 把自製白板筆的筆芯裝滿墨水。 3. 開始在白板上寫「一」(5 公分), 直到看不見墨水顏色。 4. 計算寫了幾個「一」。 5. 重複步驟 2-4 三次。	1. 將自製墨水的比例改為 2.5 : 1。 2. 把自製白板筆的筆芯裝滿墨水。 3. 開始在白板上寫「一」(5 公分), 直到看不見墨水顏色。 4. 計算寫了幾個「一」。 5. 重複步驟 2-4 三次。
結果	一	16	×	29
	二	13	×	30
	三	18	×	30
	總結	16	×	30
發現		1. 顏色比較偏黑色。 2. 剛寫出來的字偏綠色, 寫到最後偏藍色。 3. 有些寫出來的字有沉澱物。 4. 寫出來的字有一個一個洞。	1. 寫出來的字黑黑的。 2. 筆芯吸墨水速度慢。 3. 放了三天的時間, 筆芯還是無法吸取墨水。	1. 筆芯無法吸取墨水的顏料。 2. 耐用性很好。
結論		比例 2.5 : 1 的墨水耐用性最好, 竟能寫出 30 個一, 超出我們的想像。		

※註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「×」為看不見。

(1-2) 明顯度

比例		2 : 1	3 : 1	2.5 : 1
實驗步驟		1. 在白板上用一般的白板筆和比例 2 : 1 的墨水各寫上三個 5 公分的一。 2. 兩者做比較。	1. 在白板上用一般的白板筆和比例 3 : 1 的墨水各寫上三個 5 公分的一。 2. 兩者做比較。	1. 在白板上用一般的白板筆和比例 2.5 : 1 的墨水各寫上三個 5 公分的一。 2. 兩者做比較。
結果	一	✓	○	○
	二	✓	○	○
	三	✓	○	○
	總結	✓	○	○
發現		1. 明顯度很好。	1. 明顯度很好。 2. 變得很難擦。	1. 墨水即使少 0.5 毫升也不會影響明顯度。
結論		比例 3 : 1 的墨水明顯度最好，但太濃稠不好擦拭；2.5 : 1 的墨水明顯度差 3 : 1 的墨水一點點，但 2.5 : 1 的墨水耐用性較好所以之後的實驗都會使用 2.5 : 1 的墨水。		

※註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「x」為看不見。

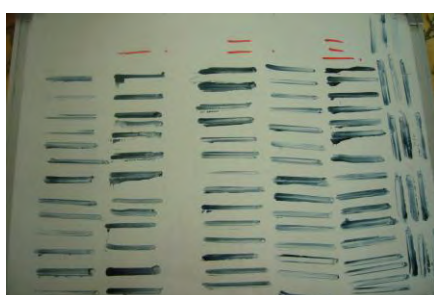
(2 : 1)



(3 : 1)



(2.5 : 1)



(2-1) 耐用性 (未過濾、有加酒精)

酒精種類		米酒	藥用酒精
實驗步驟		1. 取分別為藍染、檸檬皮的汁液和米酒各 2.5、1、1 毫升，並混合來自製墨水。 2. 將筆芯泡入自製墨水中，直到筆芯吸滿墨水。 3. 將筆芯放入彩色筆殼中，並在白板上持續寫下 5 公分的一，直到看不見墨水顏色。 4. 重複步驟 2~3。	1. 取分別為藍染、檸檬皮的汁液和藥用酒精各 2.5、1、1 毫升，並混合來自製墨水。 2. 將筆芯泡入自製墨水中，直到筆芯吸滿墨水。 3. 將筆芯放入彩色筆殼中，並在白板上持續寫下 5 公分的一，直到看不見墨水顏色。 4. 重複步驟 2~3。
結果	一	39	38
	二	39	45
	三	43	40
	總結	41	41
發現		1. 筆頭一直吸不到墨水。 2. 筆芯吸水速度快。	1. 有沉澱物，但那些沉澱物不影響耐用性。 2. 吸水速度慢。
結論		加入藥用酒精和米酒的自製墨水耐用性平均都可寫 41 次以上，只是顏色較淡。	



加入米酒 ↑

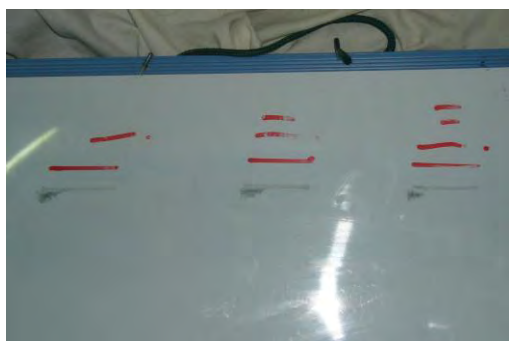


加入藥用酒精 ↑

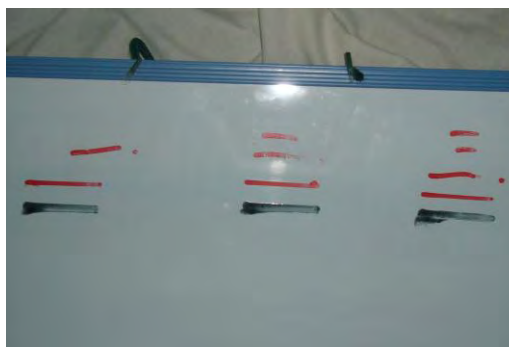
(2-2) 明顯度 (未過濾、有加酒精)

酒精種類		米酒	藥用酒精
實驗步驟		1. 取分別為藍染、檸檬皮的汁液和米酒各 2.5、1、1 毫升，並混合來自製墨水。 2. 在白板上用一般的白板筆和自製墨水各寫上三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。	1. 取分別為藍染、檸檬皮的汁液和藥用酒精各 2.5、1、1 毫升，並混合來自製墨水。 2. 在白板上用一般的白板筆和自製墨水各寫上三個 5 公分的一。 3. 兩者做比較。
結果	一	✓	○
	二	✓	○
	三	✓	○
	總結	✓	○
發現		1. 顏色太淡，水分太多。	1. 水分多，寫到最後會變淡。 2. 明顯度滿好的。
結論		加入藥用酒精的自製墨水明顯度最好，只是寫到最後會變淡。	

※註：「○」為很明顯；「✓」為一點點；「x」為看不見。



加入米酒 ↑



加入藥用酒精 ↑

陸、數據結論與分析

（一）從實驗（一）的結論得知，**混合藥用酒精**的自製墨水明顯度比藍染和混合食用酒精的效果好。藍染和混合食用酒精的效果不佳的最大原因應該就是「**水份太多**」。

（二）從實驗（二）的結論得知，蒸餾過的藍染、混合蒸餾過的米酒和混合藥用酒精的明顯度都**比沒蒸餾過的好**，但跟一般的白板筆比起來還是有些**差異**，失敗的原因可能還是「**水份太多**」。

（三）從實驗（三）的結論得知，只用濃縮 20 倍藍染、濃縮 20 倍藍染混合米酒的比較，明顯度都已**近似真正的白板筆**，但以「**蒸餾 20 倍的藍染**」取勝。**濃縮 30 倍的藍染混合藥用酒精**的自製墨水比另外兩個**明顯**，氣味也比較**好聞**，較為**成功**；但**只用濃縮 30 倍的藍染和濃縮 20 倍的藍染**，**濃縮 20 倍的藍染**比較**成功、清楚**。

（四）從實驗（四）的結論得知，加入**檸檬皮的汁液**比較**成功**，**水分不多**，而且擦拭後**不會留下痕跡**，寫出來的字**偏綠色且很清楚**。將自製的墨水裝在彩色筆裡，寫出來的**效果很好**，也比一般的白板筆**好去除痕跡**，改變比例後可以使**明顯度和耐用性更佳**，並不會發出**異味且無毒**，所以對**人體無害**，**價錢也不高**。

（五）從實驗（五）的結論得知，3：1 的自製墨水明顯度雖然好，但**太濃稠筆管吸不起來**，而 2.5：1 和 2：1 的自製墨水明顯度都不錯，但 **2.5：1 耐用性比較好**。若將藍染過濾再濃縮，並加入**米酒**和**檸檬皮的汁液**的自製墨水耐用性**較好**，明顯度也**很好**。加入**藥用酒精**和**米酒**的自製墨水耐用性平均都可寫 **41 次以上**，只是**顏色較淡**。而加入**藥用酒精**的自製墨水明顯度**最好**，只是寫到最後會變淡。

柒、結論

實驗過後，我們發現「用藍染和一般的白板筆的明顯度比較」是混合藥用酒精的自製白板筆墨水明顯度最好；在「利用蒸餾法看能否使效果更佳」是三者都比未蒸餾過的好；而「利用不同濃度的藍染比較效果」是濃縮 20 倍的藍染和濃縮 30 倍的藍染混合藥用酒精的自製墨水較為明顯；然後在「製做白板筆」的部分是濃縮 20 倍的藍染加入檸檬皮的汁液比較成功，它的水分不多，寫出來的字很清楚，我們也將它裝在彩色筆裡，發現寫出來的效果也不錯，只是寫到最後會變淡，但也比一般的白板筆好去除痕跡；最後在「調製出最好的墨水」中，是藍染加入檸檬皮的汁液和藥用酒精或米酒的自製墨水耐用性都很好，只是顏色較淡。而藍染加入檸檬皮的汁液和藥用酒精的自製墨水明顯度最好，只是寫到最後會變淡。整體而言，我們的白板筆雖不如一般白板筆的耐用性，但是不會發出異味且無毒，所以對人體無害。

捌、心得

在這次製作白板筆的實驗中，我們不但製作出一支無毒、無異味、價錢也不高的白板筆，也發現蒸餾 20 倍的藍染寫在白板上並不輸給一般市面上所販賣的白板筆，更讓我們學到如何正確的操作減壓濃縮乾燥機（蒸餾儀器），且了解儀器的構造；還有原本我們以為蒸餾越多倍的藍染寫出來的明顯度越好，但是實驗後才發現，我們判斷錯誤，其實，蒸餾越多倍並不代表寫在白板上的明顯度會更好，例如：蒸餾 20 倍的藍染和蒸餾 30 倍的藍染比較，蒸餾 20 倍的藍染寫在白板上的明顯度較好、較成功。

玖、參考文獻

- 一、（異丙醇事件的省思）<http://www.supermt.com.tw/news/isopropanol.htm>
- 二、（白板筆的成分）<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1306021314866>
- 三、（酒精）http://www.dls.ym.edu.tw/neuroscience/alco_c.html
- 四、（酒精的種類）<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1105060303177>
- 五、（藥用酒精、食用酒精的不同）
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1405123105410&q=1405101509997&p=%E8%97%A5%E7%94%A8%E9%85%92%E7%B2%BE>
- 六、（傳統藍靛染液的製作）<http://www.woaded.com/woaded/06.htm>
- 七、（藍染植物）<http://www.woaded.com/woaded/01.htm>
- 八、（工業酒精的成分）
<http://tw.knowledge.yahoo.com/question/question?qid=1005040107735>

【評語】 080802

1. 利用客家天然藍染研究開發一種無毒無異味的白板筆，相當環保且具創意。
2. 對於白板筆寫字明顯程度的比較宜用更具科學性，更量化的方式。
3. 小朋友的表達積極用心，合作默契佳。