中華民國 第49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(鄉土)教材獎

080811

漆彩世界---探討不同種類漆的物理與化學變化

學校名稱：南投縣草屯鎮平林國民小學

作者：	指導老師：
小五 李承祐	陳明珠
小五 岳昀	李學昌
小六 張凱翔	

關鍵詞：生漆、天然漆、精製漆

漆彩世界-探討不同種類漆的物理與化學變化

◎摘　　要

本研究探討不同種類漆的耐熱實驗發現，天然漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆、生漆)的耐熱效果較化學漆及噴漆佳。

另外，天然漆的耐酸、耐鹼、防腐蝕、抗氧化程度、保溫保冷效率都比化學漆及噴漆好。以顯微鏡微觀天然漆分子顆粒聚合體較小且分散，易散熱，燃點較高；而化學漆分子聚集成樹枝狀，噴漆分子聚集成一團，不易散熱，燃點較低，與實驗結果相符合。

本研究也利用雄黃、朱砂、二氧化鈦、亞甲基藍、氯化亞鐵等調出不同顏色的漆。並計算出每層漆的厚度約 40 微米。而且實際製作千層漆的藝術品。

壹、研究動機

假日外出參觀，看到漆器博物館的各種天然漆的工藝品，引起我們研究漆的興趣。於是，我們請教老闆漆的採集及製作方法；並且上網查資料，發現漆器至今已有兩千多年的歷史，從堯舜時期的祭祀器皿就已塗上漆料(如參一)，還有漆器具有防腐、耐酸、耐鹼、耐熱、防水、絕緣等特性，於是引起我們設計一系列的實驗，來研究其特性。

貳、研究目的

一、探討不同種類漆的耐熱程度。

二、探討不同種類漆的耐酸與耐鹼程度。

三、探討不同種類漆的防腐及抗氧化程度。

四、探討不同種類漆的絕緣與防水程度。

五、探討不同種類漆的保溫與保冷效率。

六、以顯微鏡來觀察和測量不同種類漆的顆粒大小。

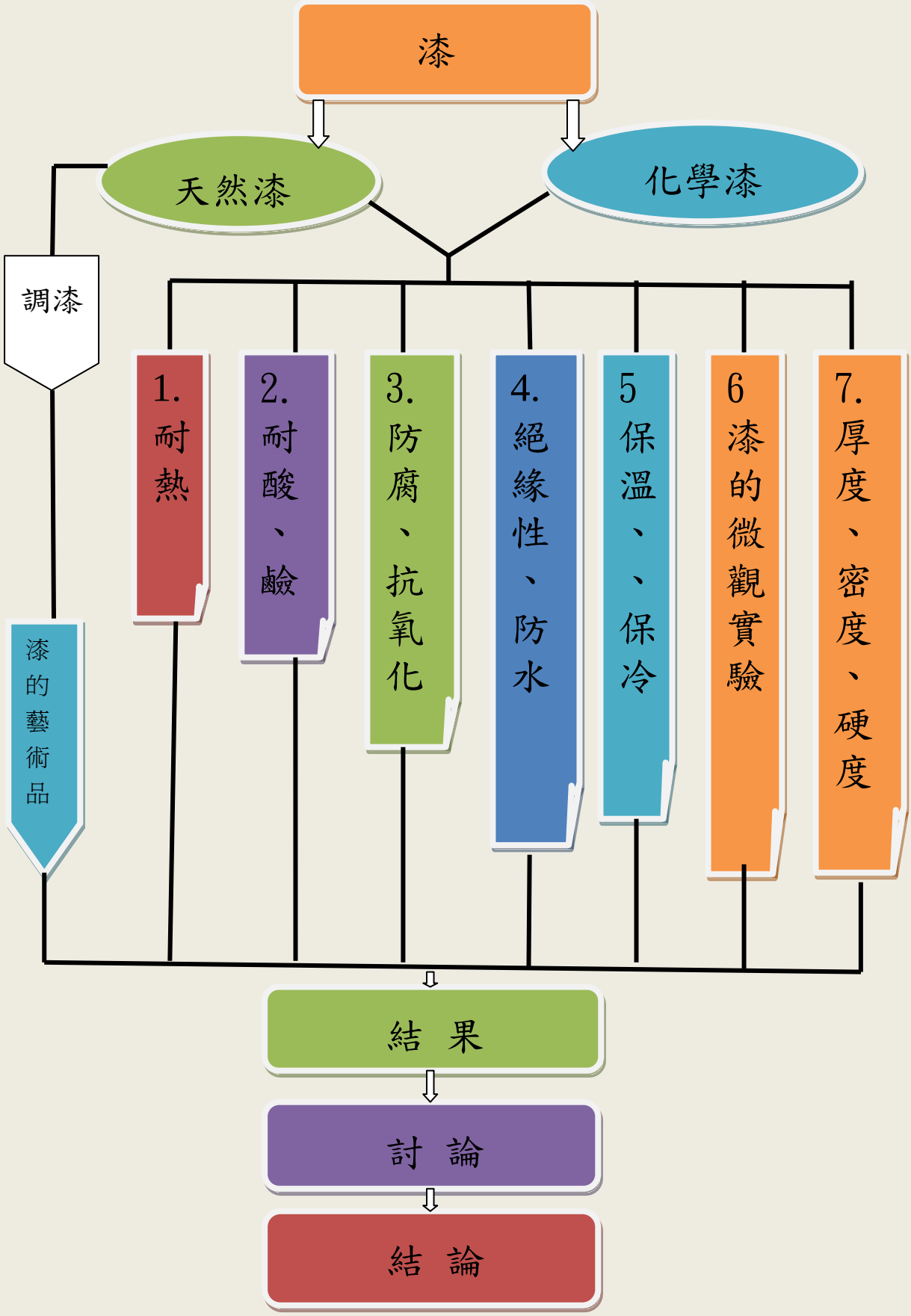
七、測量千層漆的厚度、密度與硬度。

八、調和不同顏色的色漆，並製作漆畫。

叁、研究器材與實驗藥品

電子器材	一般器材	實驗藥品
1 筆記型電腦	1 點火槍	1 化學漆
2 數位相機	2 刷子	2 生漆
3 電子秤	3 水彩筆	3 朱合漆
4 電子計算機	4 木頭	4 噴漆
5 伏特計	5 竹筷	5 無油透明漆
6 安培計	6 天平	6 有油透明漆
7 電子顯微鏡	7 燒杯	7 鹽酸
8 電子溫度計	8 溫度計	8 醋酸
9 電子計時器	9 試管	9 蒸餾水
	10 試管架	10 碳酸氫鈉
	11 標籤紙	11 氫氧化鈉
	12 錫箔紙	12 丙酮
	13 載玻片、蓋玻片	13 氯化亞鐵
	14 木盤	14 亞甲基藍
	15 木板	15 朱砂
	16 鐵釘	16 雄黃
	17 鐵製墊片	17 二氧化鈦（立可白）
	18 美工刀	
	19 手套	
	20 蘋果	
	21 量筒	
	22 銅板	
	23 木製茶杯	

肆、研究架構與流程


漆
天然漆
化學漆
調漆
漆的藝術品
1.耐熱
2.耐酸、鹼
3.防腐、抗氧化
4.絕緣性、防水
5保溫、、保冷
6漆的微觀實驗
7.厚度、密度、硬度
結 果
討 論
結 論

伍、研究過程與方法

前言：

漆的成分複雜：

(一)漆酚：(40~70%)。

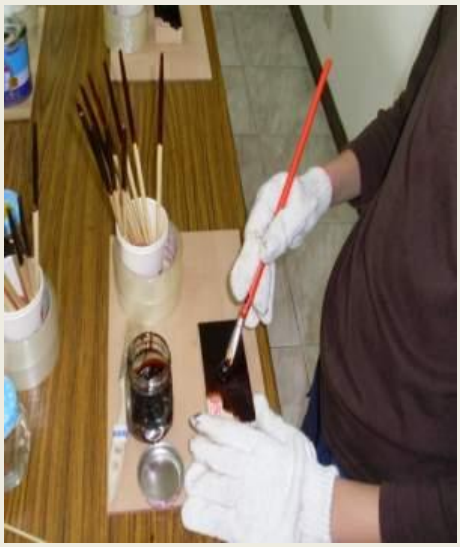
(二)漆酶：(氧化酶 10%、溫度 40℃、濕度 80%、PH6.7)

(三)樹膠質：膠乳多醣類化合物影響黏度，生漆 20~40%，精製漆 4~6% 。

天然漆的成分複雜，漆酚(40~70%)、漆酶(10%)，樹膠質(20~40%)。漆酶是一種氧化酶，它會在溫度 25~40℃、濕度 75~85 %的環境下，幫助漆酚分子聚合在一起，並且慢慢陰乾。採漆人利用夜晚天氣涼爽，採取安南漆樹的汁液，收集後過濾即得生漆。然後將生漆照光腳半數小時後，即可得精製漆（朱合漆、無油透明漆、有由透明漆），若攪拌時加入不同的礦物，可得到不同的調和色漆，可做成不同的工藝品或漆畫及千層漆。化學漆和噴漆是利用石油化學產品添加不同染料製作而成。

研究一.漆的耐熱實驗

一.方法： 在木板上分別塗上六種漆，靜放一星期陰乾後，再以點火槍分別加熱測試。



在木板上塗上天然漆。

在木板上噴上鐵樂氏噴漆。

以點火槍進行加熱測試。

二、結果：

	加熱前	加熱初期	加熱後期
無塗純木板	無塗漆料的原木板。	熱量集中於一點 燒成焦黑狀.	5 秒著火
塗化學漆	陰乾後光滑平整	熱量會燒開,而且產生冒泡現象	35 秒著火
塗生漆	陰乾後與原木材質相近	熱量會暈開,起火集中於一點.	50 秒著火
塗朱合漆	陰乾後光亮有氣泡狀	耐火性佳.著火後集中於一點.	90 秒著火

噴漆	陰乾後與原木材質相近	很容易著火	30 秒著火
塗無油透明漆	陰乾後起滿皺摺	熱會散開,不容易著火	80 秒著火
塗有油透明漆	陰乾後起輕微皺摺	熱會散開,燃燒後有油狀物	65 秒著火

三、討論:

(一)燃燒難易程度比較，著火時間由快到慢：無塗漆原木 ＞ 噴漆 ＞ 化學漆 ＞ 生漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 無油透明漆 ＞朱合漆。

(二)表示，塗上天然漆中的精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)，耐熱程度較佳；沒塗漆的耐熱效果最差，其次是噴漆、化學漆、生漆。

研究二、漆的耐酸、鹼實驗

一、配製藥品：

強酸	弱酸	水	弱鹼	強鹼
取 10ml 的鹽酸，加水至 100ml。 溫度上升 4 度 C	取 20ml 的醋酸，加水至 100ml。 溫度上升 0.5 度 C	取蒸餾水 100ml。	秤 8.4g 的碳酸氫鈉，加水至 100ml。 溫度下降 3 度 C	秤 4g 的氫氧化鈉，加水至 100ml。 溫度上升 6 度 C

利用天平秤重。

調製氫氧化鈉溶液。

測量水溫變化。

二、方法：在竹筷上分別塗上六種漆，靜放一星期陰乾後，再插入裝著強酸、弱酸、中性、弱鹼、強鹼的試管中靜放一星期做測試。

三、結果：

(一)、靜放在不同溶液中 10 分鐘後：

	強酸 (鹽酸)	弱酸 (醋酸)	中性 (蒸餾水)	弱鹼 (碳酸氫鈉)	強鹼 (氫氧化鈉)
	1M	1M		1M	1M
無漆	冒泡超多	冒泡多	沒反應	些微冒泡	冒小泡 變深黃色
化學漆	些微冒泡	冒泡多	沒反應	沒反應	些微小泡
生漆	些微冒泡	冒泡多	沒反應	冒泡大	沒反應
朱合漆	些微冒泡	冒泡多	沒反應	冒泡超多	沒反應
噴漆	冒泡超多	冒泡多 顏色變白	沒反應	些微冒泡	冒泡多且大 顏色變白
無油透明漆	沒反應	冒泡多	沒反應	些微冒泡	沒反應
有油透明漆	沒反應	冒泡多	沒反應	些微冒泡	沒反應

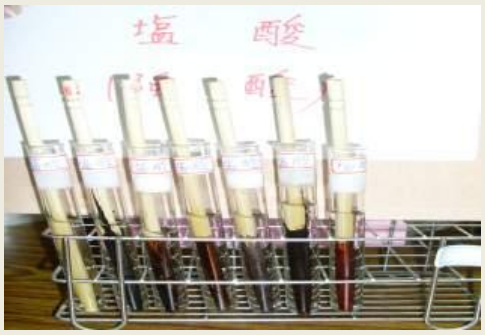
(二)、靜放在不同溶液中一星期後：

（上：指筷子，下：指溶液）

	強酸 (鹽酸)	弱酸 (醋酸)	中性 (蒸餾水)	弱鹼 (碳酸氫鈉)	強鹼 (氫氧化鈉)
無漆	冒泡超多 變淡黃色	冒泡多 變淡黃色	筷子：產生整坨橘色黴菌及白色長黴菌	變淡黃色 有些發黴	變深褐色 筷子:長很多黴菌

化學漆	冒泡多且大	冒泡多且大	上：小坨橘色黴菌 下：黑色黴菌	上：長灰黴菌 下：沒反應	變褐色 長黴菌
生漆	沒反應	沒反應	長灰色長黴菌	上：長灰黴菌 下：沒反應	變黃色 沒反應
朱合漆	沒反應	沒反應	上：長滿灰色長黴菌 下：大黑點黴菌	上：長灰黴菌 下：沒反應	變黃色 沒反應
噴漆	沒反應	沒反應	上：長滿灰黑黴菌	上：長灰黴菌 下：些微掉色	變褐色 沒反應
無油透明漆	沒反應	沒反應	上：長滿灰黑黴菌	上：長灰黴菌 下：沒反應	變黃色 沒反應
有油透明漆	沒反應	沒反應	部分長灰黑黴菌	上：長白灰長黴菌	變深黃色 沒反應

(三)、酸、鹼反應的結果：

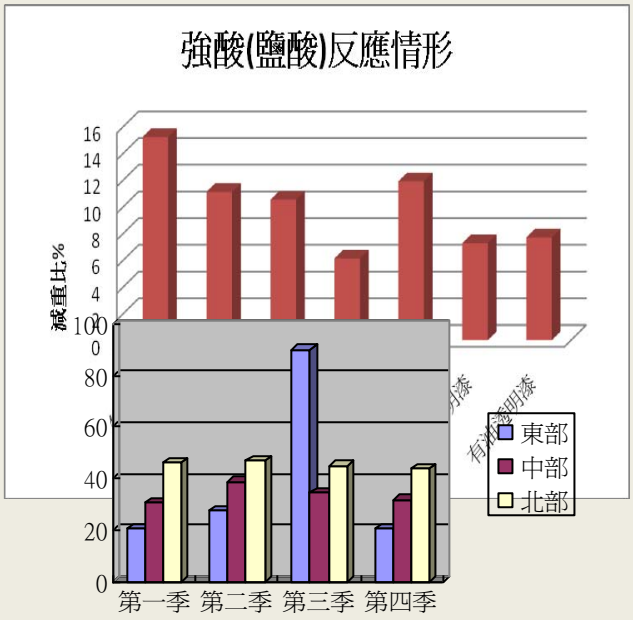
	靜放 10 分鐘後	靜放一星期後
強酸(鹽酸)		
弱酸(醋酸)		

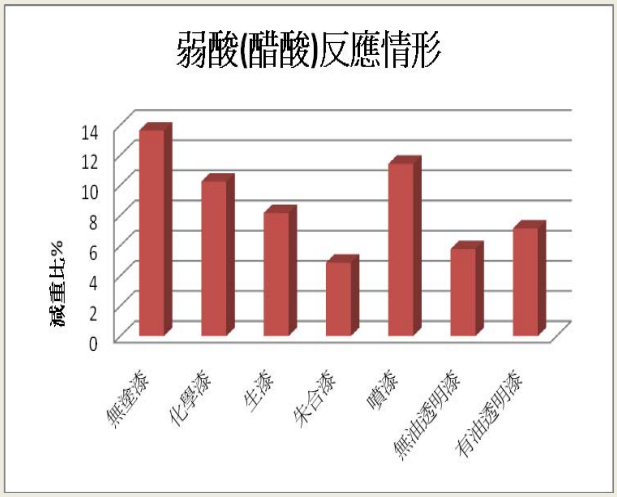
中性(蒸餾水)		
弱鹼(碳酸氫鈉)		
強鹼(氫氧化鈉)		

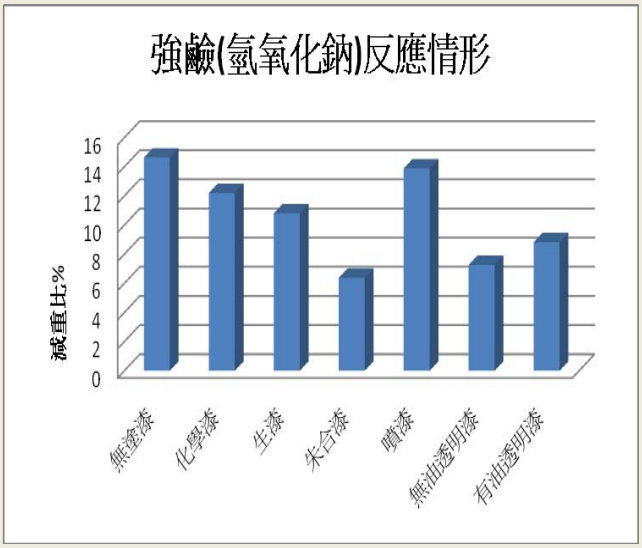
(四)、質量變化：

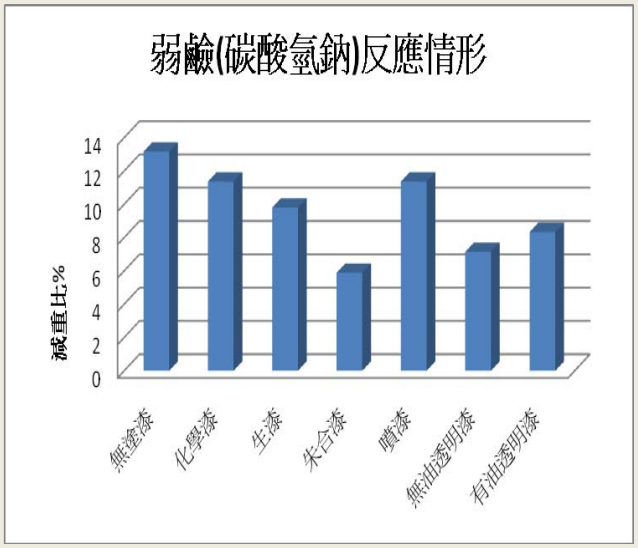
	強酸(鹽酸)			弱酸(醋酸)		
	反應前（g）	反應後（g）	減輕重量（%）	反應前（g）	反應後（g）	減輕重量（%）
無漆	4.6	3.9	15.22	4.4	3.8	13.63
化學漆	3.6	3.2	11.11	3.9	3.5	10.25
生漆	3.8	3.4	10.52	4.9	4.5	8.16
朱合漆	4.9	4.6	6.12	4.1	3.9	4.87
噴漆	4.2	3.7	11.90	3.5	3.1	11.42
無油透明漆	5.5	5.1	7.27	5.2	4.9	5.77
有油透明漆	3.9	3.6	7.69	4.2	3.9	7.14

	強鹼(氫氧化鈉)			弱鹼(碳酸氫鈉)		
	反應前（g）	反應後（g）	減輕重量（%）	反應前（g）	反應後（g）	減輕重量（%）
無漆	4.1	3.5	14.63	3.8	3.3	13.16
化學漆	4.1	3.7	12.20	4.4	3.9	11.36
生漆	3.7	3.3	10.81	5.1	4.6	9.80
朱合漆	4.7	4.4	6.38	5.1	4.8	5.88
噴漆	3.6	3.1	13.89	4.4	3.9	11.36
無油透明漆	5.5	5.1	7.27	4.2	3.9	7.14
	3.4	3.1	8.82	4.8	4.4	8.33









四、討論

(一)塗漆的筷子在強酸與強鹼的環境下，減重率較弱酸、弱鹼中大。

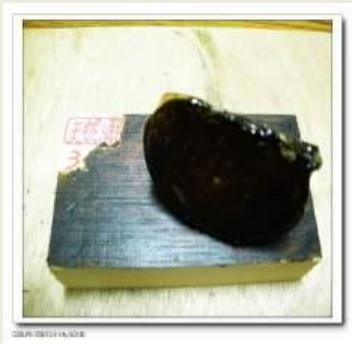
(二)耐酸鹼的程度大小：朱合漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 生漆 ＞ 化學漆 ＞噴漆 ＞ 無塗。

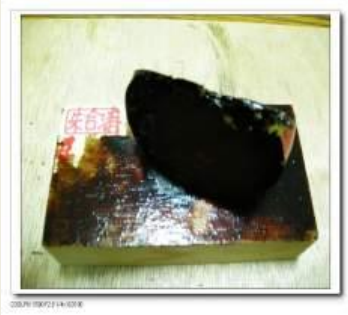
研究三、漆的防腐、抗氧化實驗

一、方法：將蘋果切成七片，分別塗上六種漆，靜放陰乾並觀察及記錄。

二、結果：

(一)前後外型變化情形

	塗完漆後	靜放一星期陰乾後	靜放二星期陰乾後
無塗	水嫩白皙，充滿濃濃果香	果肉乾扁、皺摺非常嚴重，兩端的皮都捲了起來。	乾扁更嚴重，幾乎變成脫水狀。
塗化學漆	平滑厚實。	果肉脫水變薄，兩端果皮捲起來。	果肉更薄，兩端果皮捲得更嚴重。
塗生漆	 平滑厚實。	果肉輕微脫水萎縮。	果肉萎縮內凹，產生皺摺。

塗朱合漆	 平滑厚實。	 果肉變得皺皺的變薄一些	 果肉稍稍變薄一些。
塗噴漆	 平滑厚實。	 果肉嚴重脫水萎縮，變形。	 果肉脫水、萎縮非常嚴重。
塗無油透明漆	 平滑厚實。	 果肉表面產生輕微皺摺。	 稍變薄一些，有皺摺。
塗有油透明漆	 平滑厚實。	 果肉光亮平整，幾乎沒變。	 變薄一些，外表幾乎沒變化。

(二)前後剖開情形

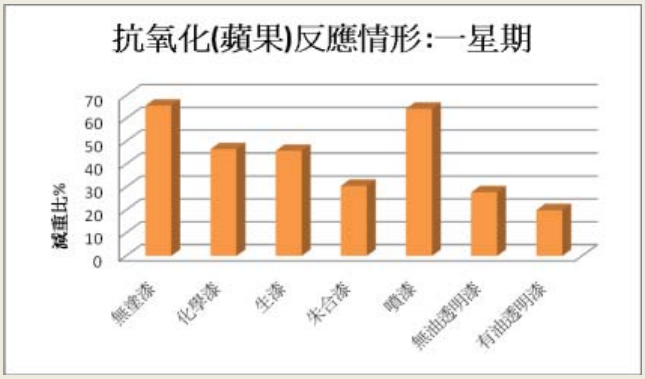
	塗完漆後剖開情形	靜放二星期陰乾後剖開情形
無塗	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 乾扁、無味，果肉變淡黃色。

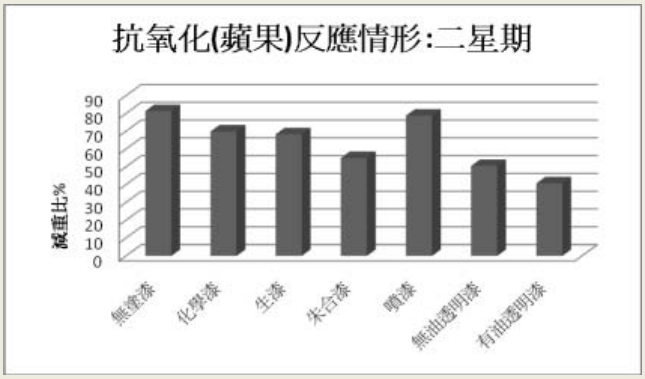
塗化學漆	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 Q 軟、無味，果肉呈白色。
塗生漆	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 水嫩、濃郁的蘋果香，果肉呈白色，與新鮮果肉相近。
塗朱合漆	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 軟爛嚴重、無味，果肉呈白色。
塗噴漆	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 乾扁、無味，果肉呈淡黃色。

塗無油透明漆	 漆漸漸透入果肉。	 軟爛、無味，果肉呈白色。
塗有油透明漆	 水嫩、白皙，充滿濃郁果香。	 Q 軟、有蘋果香味，果肉呈白色。

(三)前後質量變化情形

	未塗	塗完	靜放一星期陰乾後		靜放二星期陰乾後	
	質量重（g）	質量重（g）	質量重（g）	減重率（%）	質量重（g）	減重率（%）
無塗	28.0		9.6	65.71	5.2	81.43
塗化學漆	23.2	25.3	13.5	46.66	7.6	69.96
塗生漆	35.4	35.7	19.3	45.93	11.3	68.35
塗朱合漆	25.2	25.8	17.9	30.62	11.6	55.04
塗噴漆	22.6	22.7	8.1	64.32	4.8	78.85
塗無油透明漆	23.5	24.1	17.4	27.80	11.9	50.62
塗有油透明漆	23.0	24.5	19.6	20.00	14.5	40.82





三、討論：

(一)減重率由大到小：無塗漆原木 ＞ 噴漆 ＞ 化學漆 ＞ 生漆 ＞ 朱合漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆。表示抗腐、抗氧化及隔絕水分散失效果，精製天然漆效果較佳，其中又以有油透明漆效果最好。

(二)無塗漆的蘋果及塗噴漆的蘋果，減重率最高，而且果肉捲曲變黑，表示其抗腐、抗氧化、隔絕水分散失的效果最差。

(三)塗精製漆的蘋果減重率最小，切開後蘋果果肉完整但有些軟掉；塗生漆的蘋果雖然減重率比塗精製漆的蘋果大些，但蘋果仍具有濃濃的蘋果香味。此結果和製漆的師傅所說：「塗漆要先塗上生漆保護內在，再塗精製漆保護外表」相符。

研究四、漆的絕緣、防水實驗

實驗一：漆的絕緣實驗

一、方法：將鋼釘分別塗上六種不同的漆，靜放一星期陰乾後，再以伏特計和安培計測試並記錄。

將鋼釘分別塗上六種不同的漆。

利用伏特計和安培計測量電壓和電流。

夾著塗上不同漆的鐵釘做絕緣測試。

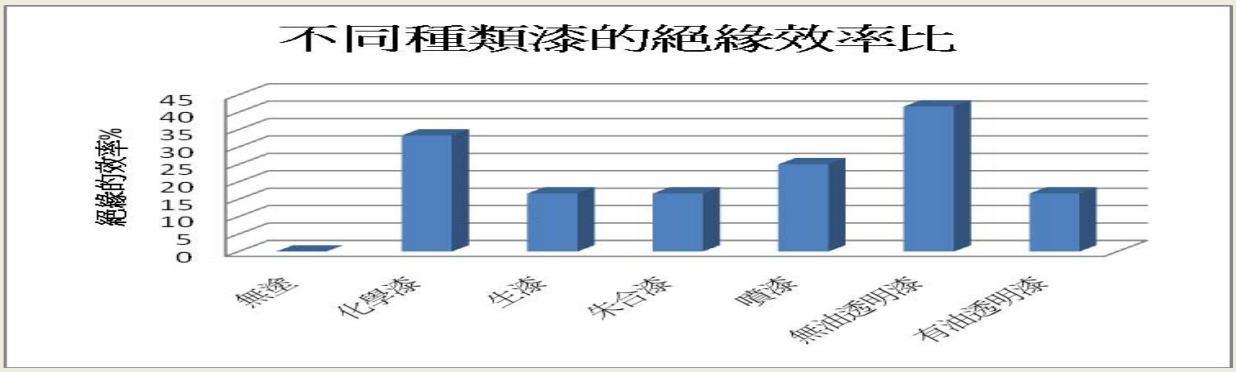
測量電流。

二、結果：

電阻 ＝ 電壓 ÷ 電流

絕緣的效率 ＝（漆後的電阻－無塗的電阻）÷漆後的電阻x100%

	無塗	化學漆	生漆	朱合漆	噴漆	無油透明漆	有油透明漆
電壓 (v)	3	3	3	3	3	3	3
電流 (A)	0.6	0.45	0.5	0.5	0.45	0.35	0.5
電阻（Ω）	5.00	7.50	6.00	6.00	6.67	8.57	6.00
絕緣的效率（%）	×	33.33	16.67	16.67	25.04	41.66	16.67



三、討論

（一）.塗漆的絕緣效率大小：無油透明漆 ＞ 化學漆 ＞ 噴漆 ＞ 朱合漆 ＝有油透明漆 ＝生漆。

實驗二：漆的防水實驗

一、方法：將木頭分別塗上不同種類的漆，陰乾兩天後，先秤重量，然後置入水中 1 小時、2 小時後，再拿出來秤重。

二、結果： 增重率＝（後重－原重）÷ 原重 × 100 %

	1.無塗	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
原重 (g)	**24.65**	**27.33**	**26.74**	**27.29**	**24.98**	**25.55**	**27.30**
浸水 1h	**29.74**	**27.40**	**26.80**	**27.70**	**26.79**	**25.61**	**27.59**
1h 增重率 %	**20.65**	**0.26**	**0.22**	**1.50**	**7.25**	**0.23**	**1.06**
浸水 2h	**32.42**	**27.42**	**26.81**	**27.99**	**28.00**	**25.73**	**27.81**
2h 增重率 %	**31.52**	**0.33**	**0.26**	**2.57**	**12.09**	**0.70**	**1.87**

三、結論：

（一）. 塗漆的防水效率大小：生漆 ＞ 化學漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞朱合漆 ＞噴漆 ＞ 無塗

（二）.不同種類漆中，生漆的防水效果最佳；噴漆的防水效果最差。

研究五、漆的保溫、保冷效率實驗

一、方法：1.將木製茶杯分別塗上不同種類的漆 5 層（10 天）和 10 層（20 天）。

2.分別倒入 40cc 的熱水和冰水，做保溫及保冷效率的測試。

二、結果：

（一）保溫實驗結果： （溫度差 △T＝T2－T1） （散熱量 △H＝水的質量 M× △T）

塗五層		1.無塗	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
T1	初溫	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**
	10 分	**48.6**	**49.2**	**55.1**	**55.8**	**49.0**	**49.9**	**49.4**
	20 分	**44.2**	**45.5**	**47.7**	**48.8**	**44.6**	**45.9**	**45.6**
T2	30 分	**39.4**	**40.8**	**44.0**	**44.3**	**40.6**	**41.4**	**41.2**
△T	30 分 溫度差(℃)	**37.6**	**36.2**	**33.0**	**32.7**	**36.4**	**35.6**	**35.8**
△H	30 分 散熱量(卡)	**1504**	**1448**	**1320**	**1308**	**1456**	**1424**	**1432**
塗十層		1.無塗	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
T1	初溫	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**	**77**
	10 分	**48.6**	**55.4**	**56.2**	**56.7**	**55.1**	**56.0**	**55.7**
	20 分	**44.2**	**46.3**	**48.7**	**49.9**	**45.9**	**46.5**	**46.4**
T2	30 分	**39.4**	**41.6**	**44.8**	**45.2**	**41.2**	**42.8**	**42.5**
△T	30 分 溫度差(℃)	**37.6**	**35.4**	**32.2**	**31.8**	**35.8**	**34.2**	**34.5**
△H	30 分 散熱量(卡)	**1504**	**1416**	**1288**	**1272**	**1432**	**1368**	**1380**

（二）保冷實驗結果：　（溫度差　△T＝T2－T1）（吸熱量　△H＝水的質量 M×　△T）

塗五層		1.無塗	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
T1	初溫	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**
	10 分	**12.9**	**12.4**	**11.0**	**9.9**	**12.5**	**12.2**	**12.3**
	20 分	**17.7**	**16.8**	**15.1**	**13.9**	**16.8**	**16.2**	**16.7**
T2	30 分	**19.7**	**19.2**	**18.3**	**16.8**	**19.6**	**19.0**	**19.1**
△T	30 分 溫度差(℃)	**18.8**	**18.3**	**17.4**	**15.9**	**18.7**	**18.1**	**18.2**
△H	30 分 吸熱量(卡)	**752**	**732**	**696**	**636**	**748**	**724**	**728**
塗十層		1.無塗	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
T1	初溫	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**	**0.9**
	10 分	**12.3**	**12.1**	**10.8**	**9.1**	**12.1**	**11.9**	**12.0**
	20 分	**16.9**	**16.4**	**15.0**	**13.6**	**16.6**	**16.0**	**16.2**
T2	30 分	**20.5**	**19.9**	**18.1**	**16.6**	**20.1**	**18.8**	**19.2**
△T	30 分 溫度差(℃)	**19.6**	**19.0**	**17.2**	**15.7**	**19.2**	**17.9**	**18.3**
△H	30 分 吸熱量(卡)	**784**	**760**	**688**	**628**	**768**	**716**	**732**

三、結論：

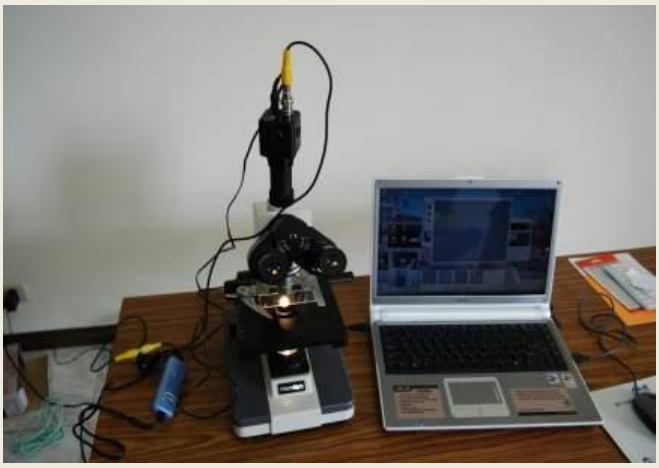
（一）. 塗漆的保溫、保冷效率大小：朱合漆 ＞ 生漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 化學漆 ＞噴漆 ＞ 無塗

（二）.不同種類漆中，朱合漆的保溫、保冷效果最佳；噴漆的保溫、保冷效果最差。

研究六、漆的微觀實驗

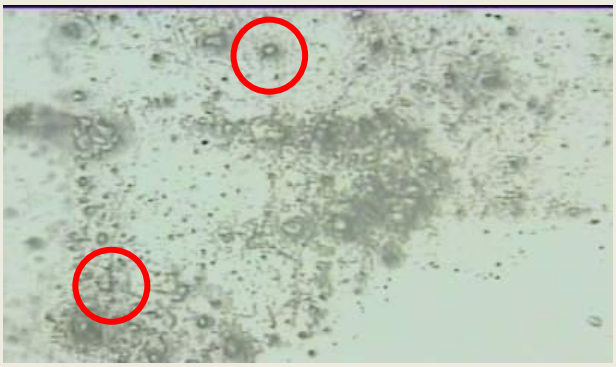
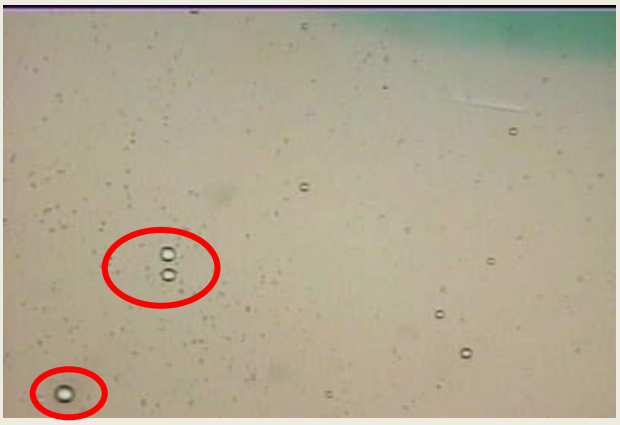
一、方法：1.在載玻片上分別塗上六種漆，再以電子顯微鏡觀察及拍攝。

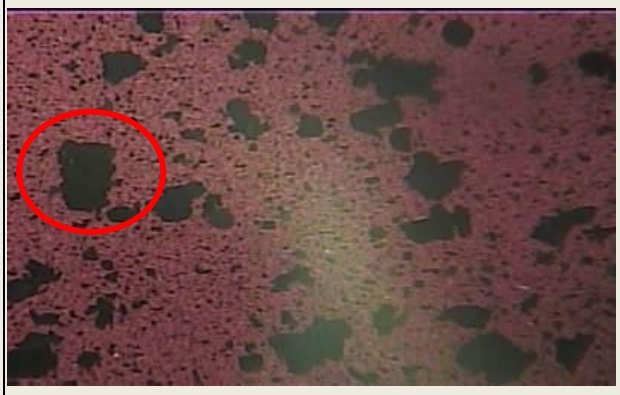
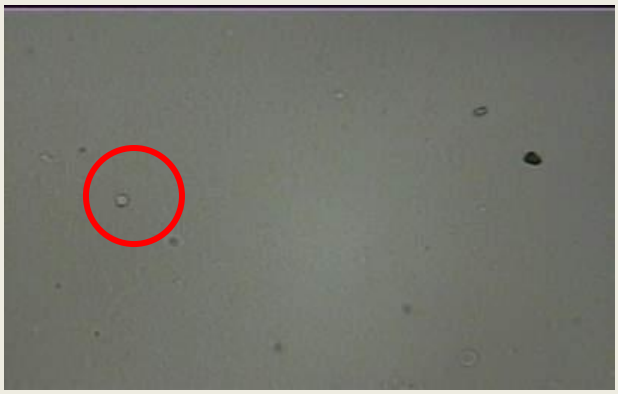
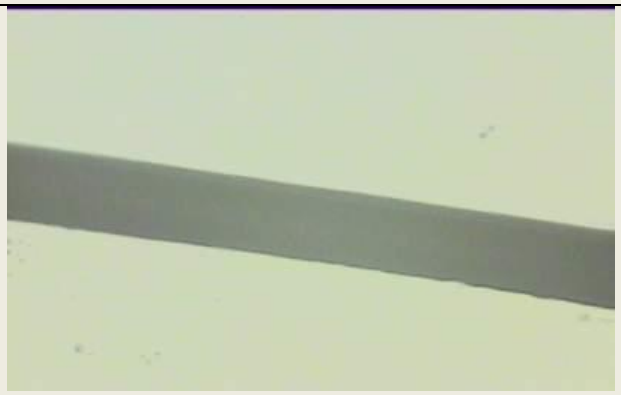
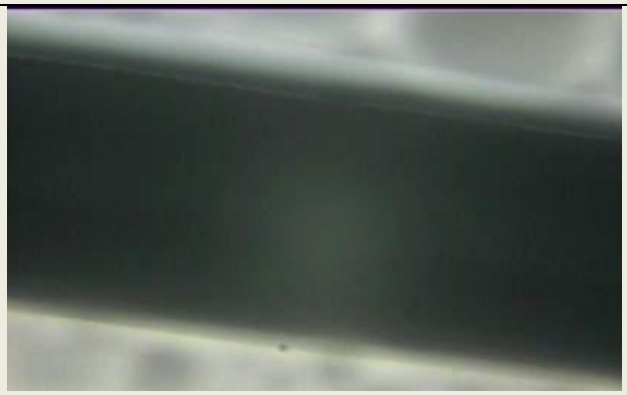
2.用頭髮的直徑大小比例做換算，求出不同種類漆分子的顆粒大小。



二、結果：

（一）不同種類漆的微觀情形

	100 倍	400 倍
塗化學漆	 分子聚集成樹枝狀。	 分子顆粒變得更大更清楚。
塗生漆	 分子成顆粒分散狀。	 分子顆粒更大更明顯。
朱合漆	 分子細小且分散。	 分子顆粒更大些。

噴漆	 分子聚集成一團。	 分子顆力更大更明顯。
塗無油透明漆	 分子顆粒小且分散。	 分子顆粒更明顯。
塗有油透明漆	 分子顆粒小且分散。	 分子顆粒更明顯。
頭髮直徑	 10 倍頭髮直徑大小。	 40 倍 頭髮直徑更大但模糊。

（二）測量不同種類漆的顆粒大小

	頭髮直徑	2.化學漆	3.生漆	4.朱合漆	5.噴漆	6.無油透明漆	7.有油透明漆
400 倍顯微鏡中直徑(mm)	320	6	3	1.5	8	1.2	1.2
實際顆粒大小(微米)	320000	5.6	2.8	1.4	7.5	1.1	1.1

計算過程：10 根頭髮直徑 3 mm ；1 根頭髮直徑約 0.3 mm；

40 倍顯微鏡中頭髮直徑 32mm(400 倍時 320mm) ；400 倍顯微鏡中生漆直徑 3mm

0.3/320＝x/3　　x=0.0028 mm=2.8μ m

三、討論：

(一)噴漆分子聚集成團狀；化學漆分子聚集成樹枝狀；生漆顆粒分散；精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)燃點較高，顆粒較小且分散。

(二)由微觀角度可驗證，精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)因爲顆粒小且分散，因此加熱時熱量容易分散，所以耐熱效果較佳；噴漆分子聚集成一大片，燃點較低，不易散熱，所以耐熱效果較差。

（三）以顯微鏡觀察估計精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)顆粒大小約 1.1～1.4 (微米)；生漆顆粒大小約 2.8 (微米)；化學漆分子成樹枝狀大小至少 5.6 (微米)；噴漆分子成團狀大小至少 7.5 (微米)。

研究七、測量千層漆的厚度、密度、硬度實驗

實驗一：測量千層漆每一層的平均厚度

一、方法：以顯微放大鏡觀測 200 層色漆，並且以直尺測量其厚度。

用直尺測量 200 層色漆的厚度。

仔細測量求平均厚度。

 放大倍數看色漆的顆粒。	 藍漆的顆粒。
 藍漆的顆粒。	 紅漆的顆粒。

二、結果：結果 200 層厚度等於 0.8 公分。

1 層的厚度=0.8÷200=0.004 公分

=40 微米

三、討論

（一）製做千層漆，每層需陰乾兩天，然後再調和出不同色漆，塗抹，再陰乾，需費時甚久。

（二）本實驗計算出，一層漆平均厚度約 40 微米。

實驗二、測量千層漆的密度 D

一、方法：1. 用電子秤稱出千層漆塊的質量 M。

2. 將千層漆塊放入量杯中，求上升的水量(體積 V)。

3.密度 D=質量 M÷體積 V

二、結果：

質量 M (g)	÷	體積 V(cm^3)	＝	密度 D
16.77	÷	9.83	＝	1.71

三、結論：本實驗計算出，千層漆平均密度約 1.71 g/cm^3。

實驗三、測量千層漆的硬度

一、方法：參考莫氏硬度表，分別用指甲、銅板、美工刀與千層漆塊互刻，以刻痕來判別其硬度級數。

莫 氏 硬 度 表	
1. 滑石、爽身粉 2. 石膏、指甲 3. 方解石、銅板 4. 螢石、鐵刀 5. 磷石、玻璃	6. 正長石、小刀 7. 石英、鋼刀 8. 黃玉、沙紙 9. 剛玉、紅藍寶石 10. 鑽石、鑽石切割刀

二、結果：1. 以指甲與千層漆塊互刻，千層漆塊沒有留下刻痕。

2. 以銅板與千層漆塊互刻，千層漆塊沒有留下刻痕。

3. 以美工刀與千層漆塊互刻，千層漆塊留下刻痕，表示千層漆塊的硬度比美工刀小，在莫氏硬度表上的硬度級數爲 3。

三、結論：本實驗求出，千層漆塊的硬度約爲莫氏硬度 3 級。

研究八、調和色漆

步驟一：調出基本色漆

一、　方法：取 5ml 的有油透明漆，加上 2ml 的丙酮當溶劑。再分別加入不同的藥品，氯化亞鐵、亞甲基藍、朱砂、雄黃、二氧化鈦數克，在實驗杯中攪拌，調出不同的色漆。

色漆	原料	添加物	溶劑
黑漆	有油透明漆	氯化亞鐵	丙酮
藍漆	有油透明漆	亞甲基藍	
紅漆	有油透明漆	朱砂	
黃漆	有油透明漆	雄黃	
白漆	有油透明漆	二氧化鈦	

利用各種藥品調出色漆。

調好色漆。

二、結果：

色漆	原料	添加物	溶劑	顏色		顏色	
黑 漆	有油透明漆	氯化亞鐵	丙酮	氯化亞鐵 2g	灰黑	氯化亞鐵 4g	深黑
藍 漆	有油透明漆	亞甲基藍		亞甲基藍 3g	草綠	亞甲基藍 6g	墨綠
紅 漆	有油透明漆	朱砂		朱砂 4g	淡紅	朱砂 8g	深紅
黃 漆	有油透明漆	雄黃		雄黃 4g	橘色	雄黃 8g	深黃
白 漆	有油透明漆	二氧化鈦		二氧化鈦 4g	淺灰	二氧化鈦 4g	淺白

三、討論

(一)、不同的顏色的漆有不同的用途，紅漆常用於神轎、紅眠床。

(二)、本實驗成功調出不同顏色的色漆（紅、黃、藍、黑、白）。不同色漆，可以製成漆畫及千層漆工藝品，如佛珠、項鍊、手環、漆畫等。

(三)、漆需要兩天左右才能陰乾(溫度 25~40 度 C) (濕度 75~85%)。因此，200 層的色漆需要約 400 天才能完成，製造千層漆真的很不容易。

步驟二、調出不同的漆，並完成漆畫。

一、方法：將調好的色漆，利用水彩筆及毛筆，在木盤及木板上作漆畫。

二、結果

構圖畫木盤。

利用各種自調的色漆作畫。

 大家一起做漆畫。	 我們的漆盤作品。
 漆畫一。	 漆畫二。
 漆畫三。	 我們的漆畫作品。

三、討論

(一) 自己調的色漆顏色沒有化學顏料明亮，而且容易氧化變黑。

(二) 色漆中的丙酮很容易揮發，所以色漆變得黏稠不易畫開，尤其配色上更沒有依般化學顏料方便，但是很有質感。

步驟三、漆的藝術品

漆製手環。

漆製項鍊。

漆製飾品。

漆筷。

漆飾品。

漆佛珠。

各種漆器紀念品。

漆盤。

陸、結論

一、燃燒難易程度比較，著火時間由快到慢：無塗漆原木 ＞ 噴漆 ＞ 化學漆 ＞ 生漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 無油透明漆 ＞朱合漆 。

二、塗上天然漆中的精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)，耐熱程度較佳；沒塗漆的耐熱效果最差，其次是噴漆、化學漆、生漆。

三、塗漆的筷子在強酸與強鹼的環境下，減重率較弱酸、弱鹼中大。耐酸鹼的程度大小：朱合漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 生漆 ＞ 化學漆 ＞噴 漆 ＞ 無塗。

四、蘋果減重率由大到小：無塗漆原木 ＞ 噴漆 ＞ 化學漆 ＞ 生漆 ＞ 朱合漆 ＞ 無油透明漆＞ 有油透明漆。表示抗腐、抗氧化及隔絕水分散失效果，精製天然漆效果較佳，其中又以有油透明漆效果最好。無塗漆的蘋果及塗噴漆的蘋果，減重率最高，而且果肉捲曲變黑，表示其抗腐、抗氧化、隔絕水分散失的效果最差。

五、塗精製漆的蘋果減重率最小，切開後蘋果果肉完整但有些軟掉；塗生漆的蘋果雖然減重率比塗精製漆的蘋果大些，但蘋果仍具有濃濃的蘋果香味。此結果和製漆的師傅所說：「塗漆要先塗上生漆保護內在，再塗精製漆保護外表」相符。

六、塗漆的絕緣效率大小：無油透明漆 ＞ 化學漆 ＞ 噴漆 ＞ 朱合漆 ＝有油透明漆 ＝ 生漆。. 塗漆的防水效率大小：生漆 ＞ 化學漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞朱合漆 ＞噴漆 ＞ 無塗。.不同種類漆中，生漆的防水效果最佳；噴漆的防水效果最差。

七、以顯微鏡微觀角度來看，噴漆分子聚集成團狀；化學漆分子聚集成樹枝狀；生漆顆粒分散；精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)燃點較高，顆粒較小且分散。由微觀角度可驗證，精製漆(朱合漆、無油透明漆、有油透明漆)因爲顆粒小且分散，因 此加熱時熱量容易分散，所以耐熱效果較佳；噴漆分子聚集成一大片，燃點較低不易散熱，所以耐熱效果較差。

八、塗漆的保溫、保冷效率大小：朱合漆 ＞ 生漆 ＞ 無油透明漆 ＞ 有油透明漆 ＞ 化學漆 ＞噴漆 ＞ 無塗 。.不同種類漆中，朱合漆的保溫、保冷效果最佳；噴漆的保溫、保冷效果最差。

九、本實驗計算出，一層漆平均厚度約 40 微米。千層漆平均密度約 1.71 g/cm。千層漆塊的硬度約爲莫氏硬度 3 級。

十、不同的顏色的漆有不同的用途，紅漆常用於神轎、紅眠床。不同色漆，可以製成漆畫及千層漆工藝品，如佛珠、項鍊、手環、漆畫等。

十一、漆需要兩天左右才能陰乾(溫度 25~40 度 C) (濕度 75~85%)。因此，200 層的色漆需要約 400 天才能完成，製造千層漆真的很不容易。

十二、自己調的色漆顏色沒有化學顏料明亮，而且容易氧化變黑。色漆中的丙酮很容易揮發，所以色漆變得黏稠不易畫開，尤其配色上更沒有依般化學顏料方便，但是很有質感。

柒、參考資料

一、埔里龍南天然漆博物館。

二、台中賴高山天然漆博物館。

三、網路資料。**http：//nr.stic.gov.tw/plant/html**

http://home.kimo.com.tw/hjc5010/q105.htm

http://www.longnan.us/031.htm

http://www.longnan.us/051.htm

http://tw.myblog.yahoo.com

四、康軒自然與生活科技六下第二單元（物理、化學變化）

五、康軒自然與生活科技五下第三單元（熱與溫度）（保溫、散熱）

六、康軒自然與生活科技四下第四單元（電、導電性）

七、康軒自然與生活科技六上第三單元（酸與鹼）

八、南一版自然與生活科技五下第二單元（酸鹼性），第三單元（分類）

九、南一版自然與生活科技六下第二單元（物質受熱）

十、南一版自然與生活科技肆上第四單元（導電體）

【評語】080811

以傳統漆料為研究主題，具鄉土特色，實驗記錄頗為詳實，值得嘉許。建議可再努力與注意：

1、 控制變因宜加強，例如塗上漆的量，塗的方法之控制。

2、 留意科學語詞與日常語詞的差異，例如〝防腐〞並不等同於〝重量〞的變化。

3、 以顯微鏡觀察漆的分子，是看到氣泡、雜質或真的是其分子顆粒？