

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

佳作

032904

新式複合顏料

學校名稱：新北市立錦和高級中學

作者： 國一 劉禹彤	指導老師： 劉宗憲 張元馨
-------------------	-----------------------------

關鍵詞：酚醛樹脂、溶劑、顏料

摘 要

上美術課時繪畫有許多缺點例如乾燥時間不易控制、要長久保存需要加保護油，放置地點要控制溫濕度等。我們的實驗想要製作可以簡單長期保存的顏料，首先尋找高分子聚合物酚醛樹脂當基底，加入穩定的亞麻仁油以及異丙醇當溶劑、再添加色料，最後加入可以均勻混合溶液的乙酸異戊酯來製作成顏料，此顏料黏性適中能畫在各式材料，例如畫紙、玻璃板等上面，且具有塑膠特性，如果沒有被太陽光長期直接照射，不容易分解、退色、發黴、不被蟲咬、不會發黃、變色或裂開。可以取代油畫與壓克力顏料。此外可以精簡油畫器材，方便攜帶，減少運送的重量與體積，可以解決油畫從中世紀以來的長久問題，為美術材料一大突破。

壹、研究動機

美術課時學生時常抱怨現有畫畫有許多缺點，讓他無法發揮創意，例如油畫很慢才會乾，潮濕時可能超過一個星期表面才會乾，要再畫時原本創作的思緒不存在了！而且油畫作品過了十幾年很容易變質，需要加入保護油，過幾年後還要清除再上油，然後要儲存於適合的溫濕度；壓克力顏料則是乾得太快，往往來不及修改，而且顏色過於鮮艷。此外油畫需要攜帶畫架、不同大小的畫刀、畫筆、調色盤、油壺、以及不同顏色的顏料與油料，等簡直像場災難。我喜歡畫畫，想到這些美術媒材的缺點，於是思考如何最佳化美術材料。

貳、研究目的

本研究的首要考量是長久不變質，傳統油畫沒有保護歷經數十年就會裂開、發霉與泛黃，我們想研發能保存更久的畫作，其目的如下：

- 一、找尋資料找出繪畫缺點並改進。
- 二、比較各式膠找出適合的聚合物當基底，找出適合的聚合物。
- 三、找出適合的溶劑溶解基底，讓乾燥時間可以控制。
- 四、完成實驗步驟，做出新式顏料。
- 五、比較新式顏料、油畫以及壓克力顏料的差異。

六、實際畫出成品。

希望本研究能研發出長久保存又方便攜帶的美術材料，對科學與相關產業有所助益，增進人類的福祉。

參、研究設備及器材

本研究所運用的化學藥品、設備與器材，可分為下列三大類：

一、研究藥品：參閱(表1)所列。

表1 研究藥品一覽表

研究設備	規 格	數 量	備 註
酚醛樹脂	試藥級	2kg	
異丙醇	試藥級	500ml	
正丙醇	試藥級	500ml	
正丁醇	試藥級	500ml	
乙醇	試藥級	500ml	
乙酸異戊酯	試藥級	500 ml	
色 粉		各500g	
二氧化鈦		1000g	
亞麻仁油		300g	

二、研究設備：參閱(表2)所列。

表2 研究設備一覽表

研究設備	規 格	數 量	備 註
加熱攪拌機	小 型	1	

三、研究器材：參閱(表3)所列。

表3 研究器材一覽表

研究器材	規 格	數 量	備 註
燒 杯	1000ml	2	
燒 杯	50ml	20	
玻璃瓶	500ml	2	
刮 勺		2	
容量瓶	1000ml	2	
容量瓶	500ml	2	
溫度計		2	
量 筒	50ml	1	
量 筒	100ml	1	
木 板	120×60cm	2	
試 管		10	

肆、研究過程或方法

一、實驗步驟：

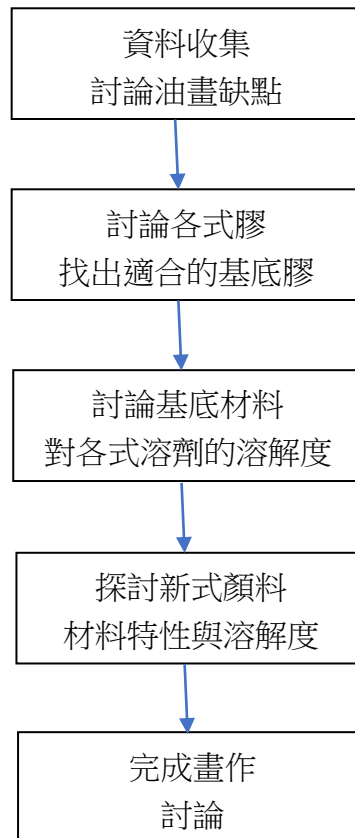


圖 1 實驗步驟

二、文獻探討

(一) 顏料的化學特性

油畫，是以油份為溶劑，將顏料與油份混合後塗畫在畫布上的一種繪畫創作，如同水彩畫是以水為溶劑的創作方式。但畫過水彩畫的人，會覺得畫起油畫時，比水彩畫容易控制得多。因為油畫是最容易控制的彩色畫材。一般說來，油畫自發明以來，一直是西方繪畫表現形式的主流，深受世界各階層人上的喜愛。油畫的主要材料和工具有顏料、畫筆、畫刀、畫布、上光油、外框等。油畫以油作為主要溶劑，藉著油，將顏料附著畫布上，因此，「油」在油畫中佔有極重要的地位，如果油質不當，也會破壞畫面，甚至影響作品保存的完整性。

（二）顏料劣化的因素

從油畫的構造談起：油畫的底部為支撐材，材質為木框、木板、銅板或是玻璃、壓克力板等等，上面的部分才是我們平時看到、接觸到的畫布；而畫布必須事先上膠、打底，之後才會是顏料層，也就是彩色的部份。如果畫家曾經接受西洋古典油畫的訓練，一般都會在顏料層上再塗覆一層保護層，最常使用的原料就是各式樹脂及溶劑，而這個部分也是油畫容易發生劣化病變。

而黴菌平時漂浮於空氣之中，只要溫度高於三十度，相對濕度高於百分之六十，黴菌就很容易滋長。黴菌會釋酸，侵蝕保護層或是顏料層，而用水或酒精清洗後，畫布的顏料會有一定量的脫落。而且對於藝術品來說，水是一種很強的溶劑，油畫衰老之後，它的保護層很容易被親水性的溶劑所侵蝕，可能會破壞它的畫面。

（三）顏料的化學反應探討

繪畫用的顏料，是最具代表性的色彩人造物。顏料由色粉與黏著材料混合而成，重點在顏料的黏結劑。油畫顏料是最知名的顏料，許多藝術家用油畫創作出感動人心的巨作。

其實油畫顏料的歷史並不悠久，即使文藝復興初期，義大利畫家波提且利(Sandro Botticelli, 1445~1510年)也沒有用油固定顏料，他是用蛋黃，也就是蛋白質，就是所謂的蛋彩畫(Tempera)。水彩顏料則用阿拉伯膠(Gum arabic)，放入水中後化為黏稠，無味無臭的膠體，產生低黏性固定色粉；日本膠彩畫用動物膠質，與蛋彩畫相同，都是用蛋白質固定色粉。

也有不用黏結劑的繪圖技法，大師米開朗基羅創作西斯汀教堂(Sistine Chapel)壁畫，用濕壁畫的方式完成。他先在牆壁上塗抹灰泥，趁灰泥未乾時，把溶於水的顏料塗在牆上，讓牆壁吸收顏料。因此美術創作最大的煩惱，就是缺乏黏結劑。為了表現顏料的美感，不用黏結劑的濕壁畫，是很好的方法，但必須在牆壁乾掉前畫好，而且只能畫在牆上。目前的解決辦法，是用壓克力顏料。壓克力顏料用有機化合物製成的透明塑膠，固定色粉。先把壓克力樹脂的微粒，在水中分散形成乳狀液(emulsion)，再加入色粉做成顏料。這種顏料乾燥後，變成堅硬的固體，耐熱耐濕，能畫在帆布、玻璃、金屬等各種

物質上，固定顏色。是利用近代有機化學發明的顏料(圖 2)，我們把這個想法融入發明作品。

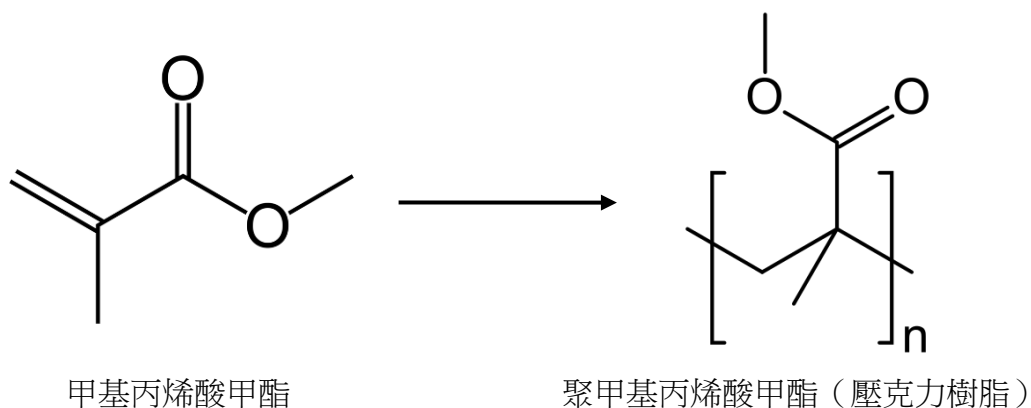


圖2 壓克力顏料的化學反應

(四) 油畫的工具

目前油畫顏料用黏結劑與植物性油脂做成，裡面的脂肪，在空氣中長時間接觸氧氣，被氧化成為固體。能創作很美麗的畫面，但是需要很多的媒材與工具(圖3)，不方便攜帶，所以畫家外出都要背個大木箱。



圖3 油畫的基本工具。

(五) 酚醛樹脂

酚醛樹脂(圖4)是一種合成塑料，無色或黃褐色透明固體，因電氣設備使用較多，也俗稱電木。耐熱性、耐燃性、耐水性和絕緣性優良，耐酸性較好，耐鹼性差，機械和電氣性能良好，易於切割，分為熱固性塑料和熱塑性塑料兩類，本實驗使用熱塑性塑料(圖

4)。合成時加入不同成分，可獲得功能各異的改性酚醛樹脂，具有不同的優良特性，如耐鹼性、耐磨性、耐油性、耐腐蝕性等。

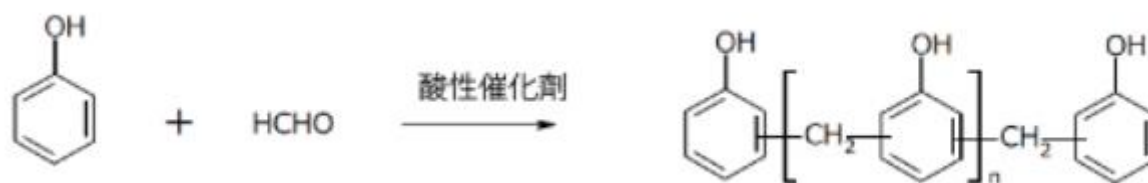


圖 4 酚醛樹脂反應式

伍、研究結果

一、油畫缺點

目前油畫的缺點為天然的物質很貴、容易分解、退色、發黴、會被蟲咬，發黃、變色或裂開，外出寫生需要攜帶畫架、不同大小的畫刀、畫筆、調色盤、油壺、以及不同顏色的油畫顏料與油料等，笨重又多元。我們運用高分子複合材料容易調整又耐用的特性，研發可以隨身攜帶的油彩。

二、找出高分子複合材料—基底膠

各種有黏性的膠，像是白膠、膠水、三秒膠、強力膠.....，我們討論哪一種跟油畫性質接近。找出酚醛類的高分子聚合物作為基底材料，因為它乾的時間可控制與油畫相近，黏性也不會很強，才不會傷到畫筆和畫布。像是白膠因為太黏，所以會傷害到畫筆本身，這就不能當基底材料。



圖 5 上方為剛塗完膠類物質，下方為乾燥後結果

表 4 各式膠水比較

	膠水	口紅膠	酚醛樹脂	白膠	油畫	快乾膠
乾燥時間 (小時)	24	24	24	24	48	1
黏性	佳	差	佳	最佳	佳	佳
味道	淡淡香味	香味	淡香味	淡香味	淡香味	刺鼻味

由(圖 5)

- (一)膠水約一天才會乾，乾完後黏性強不易脫落。
- (二)口紅膠約一天乾，黏性較弱，可以用鐵片摳落。
- (三)酚醛樹脂約一天乾，黏性弱，可以用鐵片大力摳落。
- (四)白膠約一天乾，乾完後黏性強不易脫落。
- (五)油畫約兩天乾，黏性弱，可以用鐵片大力摳落。
- (六)快乾一小時乾，可以用鐵片摳落。

由於塗在塑膠板上不易揮發，乾燥的時間較長，快乾膠都需要一小時才會乾，油畫材料需要較長的時間兩天才會乾，因為作畫需要時間需要適當不能太快乾，並且黏性不能太強，太強會破壞畫筆跟畫布。實驗找到酚醛樹脂的性質跟油畫相近，故選擇酚醛樹脂當基底材料。

三、適合的溶劑—異丙醇跟亞麻仁油

(一)溶解度比較

本實驗的酚醛樹脂有許多產品，找出兩種酚醛樹脂 A 以及 B 較為便宜(一公斤 100 元)，找尋資料發現酚醛樹脂可溶於醇類溶劑，實驗測出酚醛樹脂材料對乙醇、正丙醇、正丁醇及異丙醇的溶解度(表 5)。我們實驗選擇可以溶入較多的酚醛樹脂 B 當基底。

表 5 酚醛樹脂各式溶劑的溶解度關係

溶劑 50ml 酚醛 g	乙醇	正丙醇	正丁醇	異丙醇
A	4.07	4.52	4.78	4.71
B	4.63	4.95	5.32	5.21

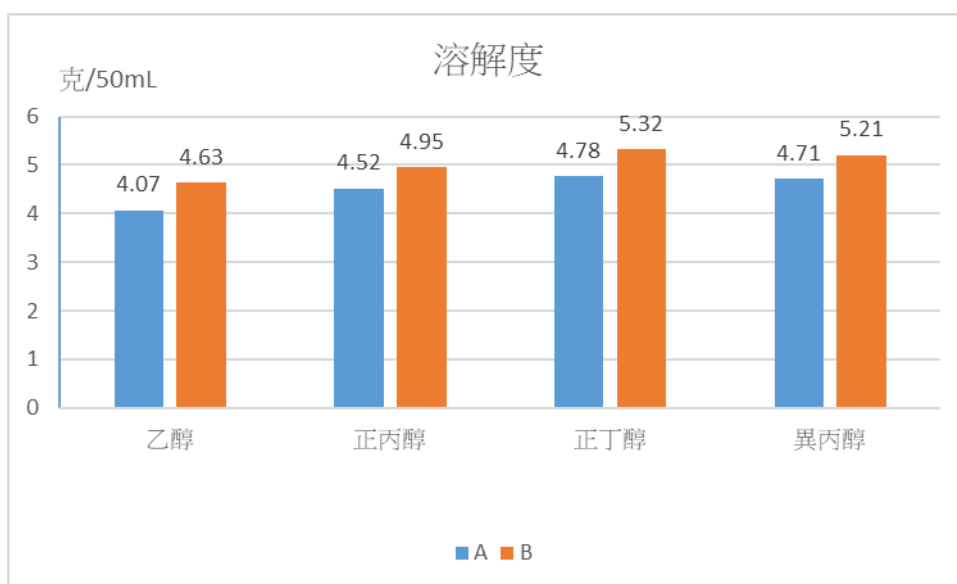


圖 6 酚醛樹脂各式溶劑的溶解度關係

表 6 各式溶劑特性

溶劑	化學式	沸點	Dielectric Constant - ε - 介電常數
n-丁醇	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -OH	118 °C	17.8
異丙醇	CH ₃ -CH(OH)-CH ₃	82 °C	18.2
n-丙醇	CH ₃ -CH ₂ -CH ₂ -OH	97 °C	20.1
乙醇	CH ₃ -CH ₂ -OH	79 °C	25.3
甲醇	CH ₃ -OH	65 °C	33.0

實驗發現酚醛樹脂對溶劑的溶解度均為：正丁醇>異丙醇>正丙醇>乙醇，我們發現碳數越大的醇介電常數較小(表 6)，而異丙醇的介電常數約等於正丁醇，所以實驗發現酚醛樹脂對介電常數小的溶劑溶解度較大，而異丙醇跟正丁醇差不多。

(二)黏度比較

實驗將四種溶液加入黃色色粉，取 0.2g 的量在塗成約 3cm*1cm 的體積測試塗上玻璃的黏性(圖 7)，我們發現乙醇跟正丙醇溶液會暈開，異丙醇跟正丁醇較佳。加入的溶劑越多黏性越大，以正丁醇跟異丙醇較佳。

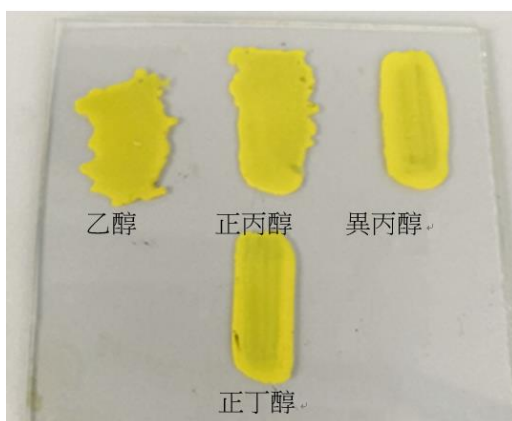


圖 7 黏度測試

(三)溶劑蒸發時間比較

實驗測試加入色料的乾燥時間(表 7)(圖 8)，正丁醇>異丙醇>正丙醇>乙醇，跟溶劑的沸點有關。顏料需要的時間不能太快揮發，也不能太慢。異丙醇，正丙醇的乾燥時間較合適。

表 7 溶劑蒸發時間

	溶劑蒸發時間(秒)
乙醇	71
異丙醇	113
正丙醇	131
正丁醇	223.5

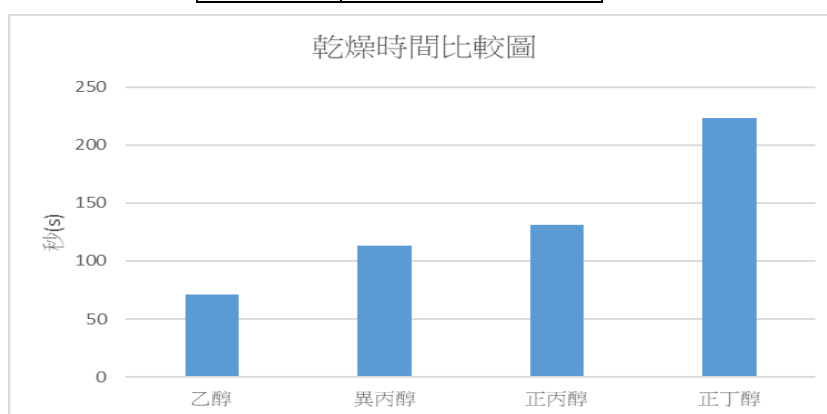


圖 8 溶劑蒸發(乾燥)時間比較

考慮毒性、沸點、味道、黏稠度(溶解酚醛樹脂 B 較多，黏度較大)以及乾燥時間，實驗選擇酚醛樹脂 B 以及異丙醇當作溶劑。

(四) 亞麻仁油性質探討

將常見的調和顏料溶劑，用油亞麻仁油置於溫度與溼度控制箱，藉由溫度與溼度控制箱，模擬高溫環境分析其耐久特性。加熱後紀錄加溫時間與溫度的關係(表 8)，研究油的高溫時油的酸價推測其使用壽命。亞麻仁油的檢測酸價 (mg KOH/gram) 之結果(表 8)。

表8 亞麻仁油加熱時間與酸價資料

加熱溫度	0.5 小時	1小時	1.5小時	2小時	3小時	5小時	7小時
150°C	0.66	0.68	0.73	0.81	0.85	0.95	0.98
175°C	0.68	0.71	0.75	0.85	0.85	0.93	0.91
200°C	0.72	0.78	0.80	0.88	0.97	0.99	1.09
加熱溫度	10小時	15小時	20小時	25小時	30小時	50小時	100小時
150°C	0.99	1.13	1.30	1.57	1.62	1.86	2.03
175°C	0.98	1.19	1.33	1.59	1.72	1.97	2.39
200°C	1.17	1.21	1.40	1.65	1.82	2.19	2.63

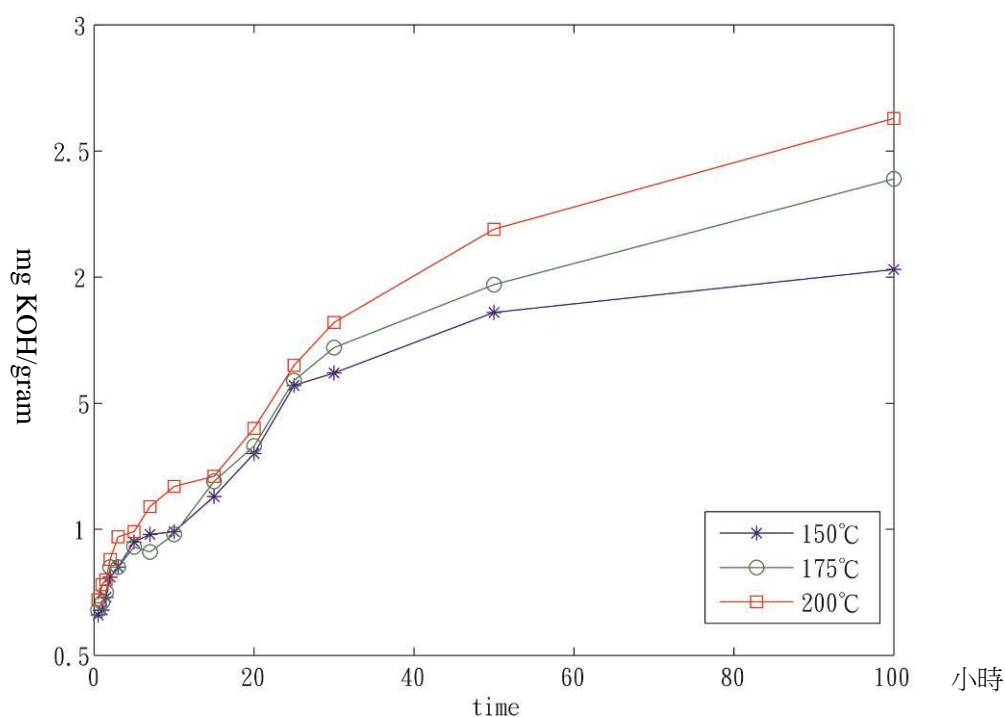


圖 9 亞麻仁油三種加熱溫度、時間與酸價曲線。

(圖9)顯示酸價檢驗的結果，加熱溫度越高酸價會越高，200°C 達到2.5 mg KOH/gram而

150°C 達到約1.8 KOH/gram。實驗可以利用簡單的利用酸價，判定油畫有機溶劑使用壽命的標準，精煉過的亞麻仁油性質穩定。而且亞麻仁油也可以跟異丙醇互溶。故聚合物複合材料油彩添加亞麻仁油以及異丙醇作為雙溶劑。

三、製作油彩顏料

運用酚醛樹脂容易調整又耐用的特性，能發展出千年以上不朽的畫作。並且能成為貼合畫面媒材，如畫布、紙、木板、金屬、塑膠、玻璃上的油彩顏料。為了改善油彩顏料的特性，加熱酚醛樹脂5.21克溶於50ml異丙醇(圖11)，加入亞麻仁油10ml調和味道以及二氧化鈦增加不透明度。此聚合物對色粉微粒的吸附性很強，使用極細的色粉製作油畫顏料(圖10~15)。



圖 10 本研究有機化合物實驗裝置

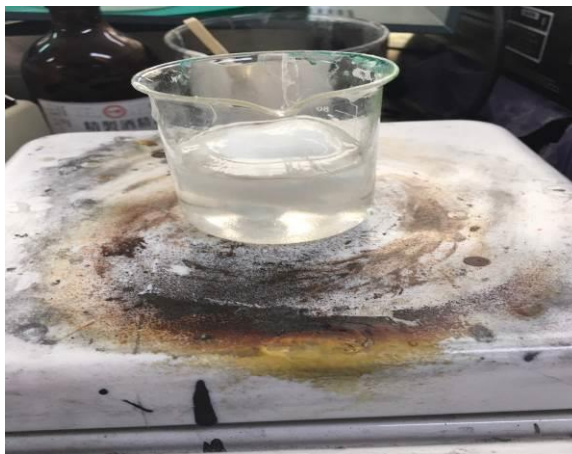


圖 11 異丙醇加入酚醛樹脂



圖 12 完成基底材料



圖 13 基底油添加亞麻仁油



圖 14 加入二氧化鈦

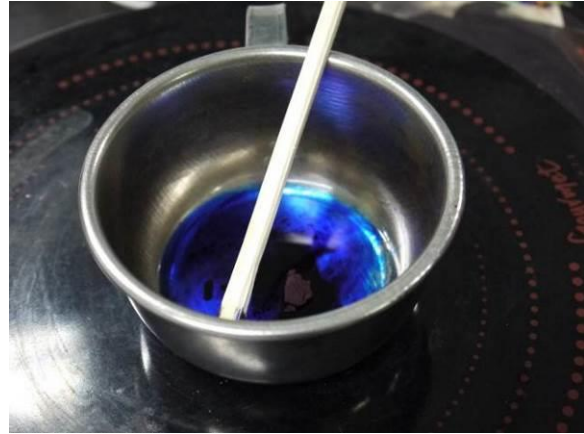


圖 15 調配顏料

四、製作油彩顏料修正

實驗發現放置顏料後一個星期導致顏料分層(圖 16)，實驗讓異丙醇跟亞麻仁油都可以互溶的為酯類，利用乙酸異戊醇加入 50ml、亞麻仁油 10ml 及異丙醇 40ml，酚醛樹脂 5.21g(圖 17)再添加色料約 0.1g 後可以放置三個月以上不會分層(圖 18)。



圖 16 顏料分層

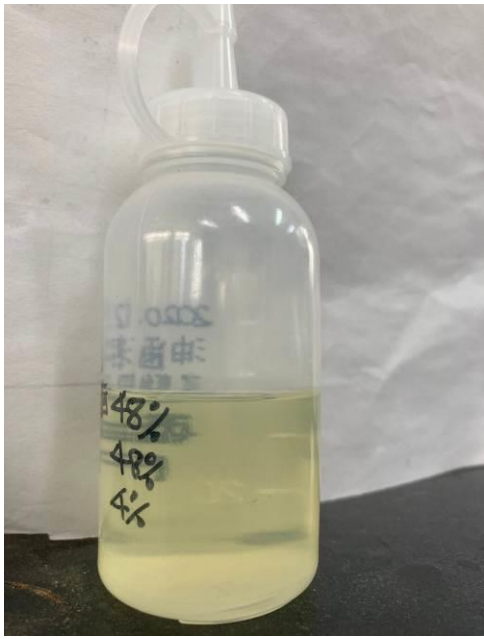


圖 17 基底顏料加入乙酸異戊酯



圖 18 添加顏料放置 3 個月

最後調好顏料注入筆具，就成為可以隨身攜帶的油彩(圖19)、(圖20)。



圖19 先做出基本色的油彩。



圖20 完成全色系的油彩。

三、實際運用

(一) 麻質畫布

將複合顏料，油畫顏料跟壓克力顏料各取0.3公克畫在麻質畫布上(圖21)，將三種顏料圖片放大討論比較(表9)(圖21-24)，味道油畫顏料最重，複合顏料跟壓克力顏料較淡。以塗上一層的乾燥時間比較，壓克力顏料很快就乾燥了約2分鐘，乾燥完塗上第二層壓克力顏料也是最快乾掉約3分鐘，而第二層油畫需要7天的時間。而層次感壓克力顏料較差，壓克力顏料因為很快乾掉會出現一些氣泡痕跡(圖24)。使用鐵片刮三個顏料都不會被刮出來，黏性對麻質畫布都很好。此外複合顏料跟油畫顏料不可以用水洗，壓克力顏料可以，複合顏料可以使用75%乙醇清洗乾淨，油畫則需要使用松節油，以溶劑的價錢來說壓克力顏料最便宜，其次是複合顏料，最貴的是油畫顏料。而使用方式複合顏料跟壓克力顏料可以直接使用，但是油畫顏料需沾1:1的松節油跟亞麻仁油使用。

表9 三種顏料畫在麻質畫布比較

	複合顏料	油畫顏料	壓克力顏料
味道	淡	濃	淡
乾燥時間(一層)	2小時	2天	2分鐘
乾燥時間(二層)	8小時	7天	3分鐘
層次(立體感)	有	有	差
氣泡	無	無	有
附著力(黏性)	佳	佳	佳
畫筆清潔溶劑	75%乙醇	松節油	水
使用方式	直接使用	沾1:1的松節油跟亞麻仁油	直接使用



圖21 三種顏料畫在麻質畫布

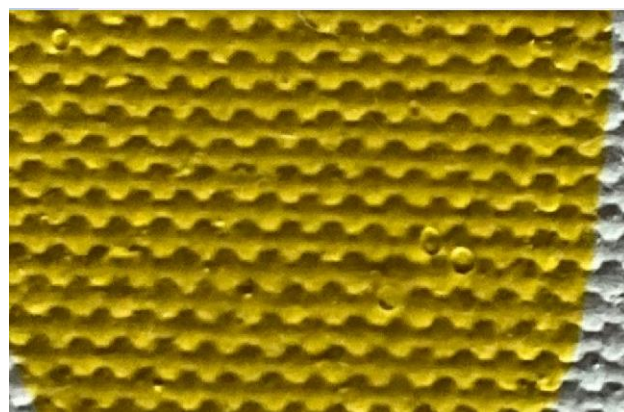


圖22 壓克力顏料放大圖

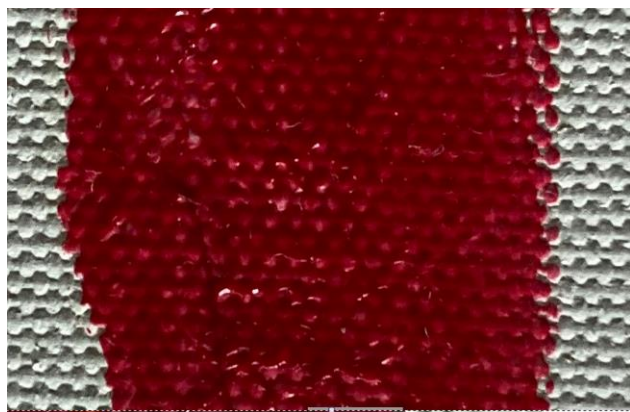


圖23 油畫放大圖

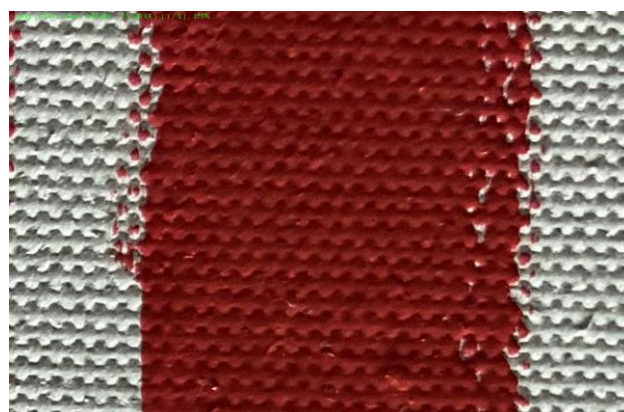


圖24 複合顏料放大圖

完成以聚合物複合材料油彩，用油畫筆沾點溶液，塗抹在傳統油畫的麻質畫布上。過兩個小時後，再把不同顏色的油彩互相重疊，觀察聚合物複合材料油彩的乾固特性，與繪畫效果(圖25)。



圖25 運用聚合物複合材料油彩在油畫布上塗抹。

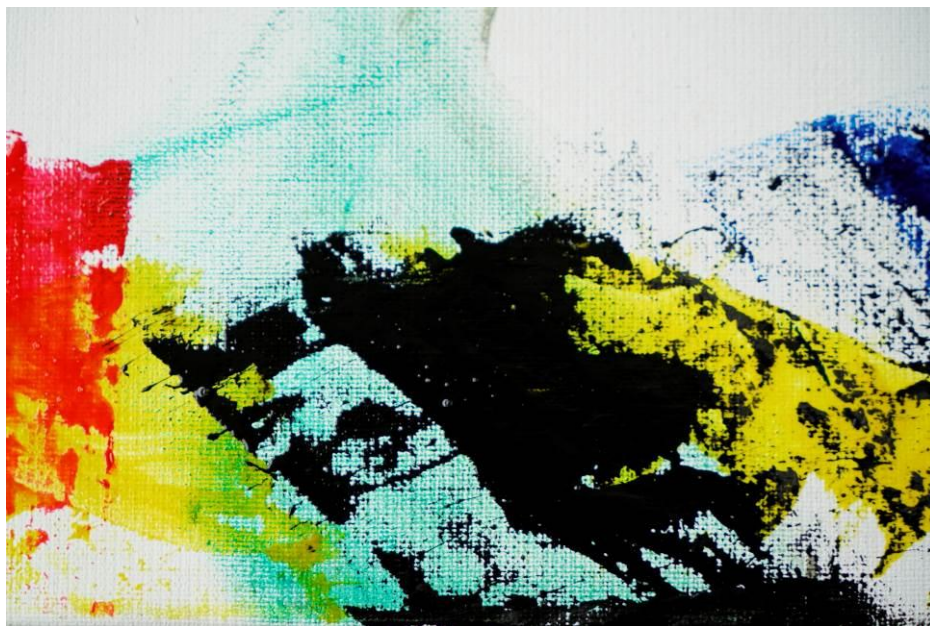


圖26 用聚合物複合材料油彩在油畫布上塗抹局部放大。

將(圖25)局部放大觀察(圖26)，請美術教師分析，感覺效果與傳統油畫效果相同，但省去許多工具，而且不再需要昂貴的繪畫顏料與油料。

(二) 玻璃

將複合顏料，油畫顏料跟壓克力顏料各取0.3公克畫在玻璃上(圖27-圖30)，將三種顏料討論比較(表10)，以塗上一層的乾燥時間比較，壓克力顏料很快就乾燥了，乾燥完塗上第二層也是最快乾掉而第二層油畫需要14天以上的時間。而層次感顏料差不多，壓克力顏料會出現一些氣泡痕跡(圖24)，使用鐵片用力刮壓克力顏料才會刮落，油畫輕輕刮就會掉落，複合顏料居中。顯示油畫附著於玻璃最差。



圖27 三種顏料畫在玻璃



圖28 複合顏料放大圖

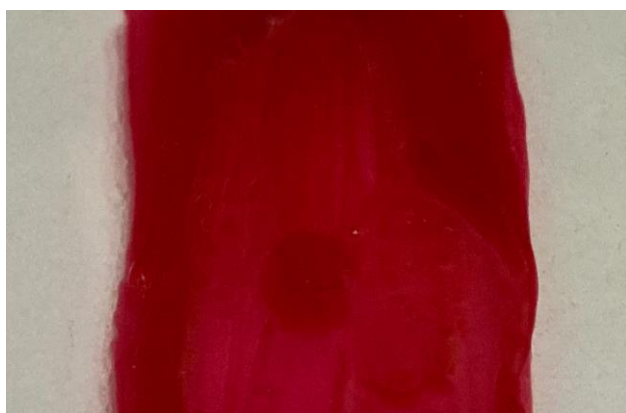


圖29 油畫放大圖

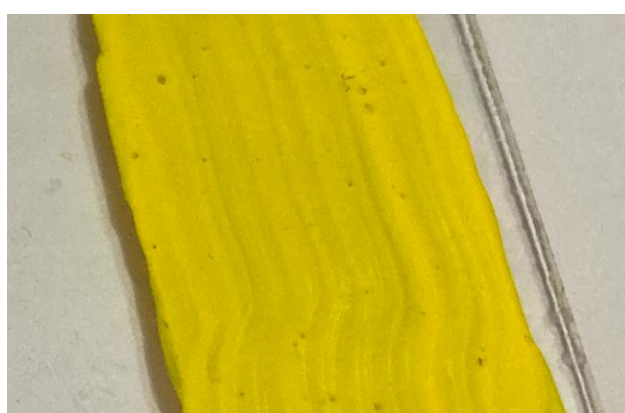


圖30 壓克力顏料放大圖

表10 三種顏料畫在玻璃比較

	複合顏料	油畫顏料	壓克力顏料
乾燥時間(一層)	24小時	8天	3分鐘
乾燥時間(二層)	24小時	>14天	3分鐘
層次(立體感)	有	有	有
氣泡	無	無	有
附著力(黏性)	佳	差	最佳

複合顏料不只可以書寫在畫布上，還可以用在玻璃板、塑膠板和紙上。聚合物複合材料油彩的色彩顆粒筆傳統油畫更細，可以自由調配色粉，能使作品的顏色更加艷麗。完成全系列色彩聚合物複合材料油彩後，請畫家實際運用聚合物複合材料油彩寫生創作油畫(圖31)(圖32)。證實我們的發明，可以有效的取代傳統油畫顏料。



圖31 聚合物複合材料油彩繪製的彩色風景畫作。



圖32 聚合物複合材料油彩繪製的彩色風景畫作。

陸、討 論

- 一、將各式膠類物質、油畫跟酚醛樹脂的乾燥性質比較，酚醛樹脂跟油畫相近，故選擇酚醛樹脂當基底材料。
- 二、實驗發現酚醛樹脂對溶劑的溶解度均為：正丁醇>異丙醇>正丙醇>乙醇，實驗發現碳數越大的醇，介電常數較小。而異丙醇的介電常數約等於正丁醇，所以實驗發現酚醛樹脂對介電常數小的醇類溶劑溶解度較大，而異丙醇跟正丁醇差不多。查詢資料發現異丙醇的毒性很弱，平常也用在消毒手，所以選擇異丙醇當主要溶劑。
- 三、實驗做出亞麻仁油加熱溫度酸價數據，得知亞麻仁油的耐高溫較好，故聚合物複合材料油彩添加亞麻仁油作為第二溶劑。
- 四、酚醛樹脂聚合物有塑膠的特性，加入異丙醇以及亞麻仁油當溶劑，加入乙酸異戊酯讓顏料不分層，製成實驗的創新顏料基底，最後添加色粉製作成各式油料。
- 五、完成的顏料過畫在畫紙上約兩個小時後乾燥，再把不同顏色的油彩互相重疊，觀察聚合物複合材料油彩的乾固特性與繪畫效果，發現跟傳統油畫相近。
- 六、壓克力顏料黏性比油畫跟複合顏料佳，但是揮發太快會出現氣泡，且較無立體感。
- 七、全系統最重的部分，就是聚合物複合材料油彩與油料，裝填在管狀殼內只有 2 公分，很細，並且放在手上，不會壓迫手部的肌肉與神經。而且味道減低，清洗的時候用酒精清洗比油畫的亞麻仁油價錢較低且無毒，乾燥時間不會太快。經由美術老師實際做畫結果很好。
- 八、因為有聚合物的特性，所以不需要加入保護層，可以直接碰觸不會掉落，除了怕陽光紫外線外可以保存很久。

柒、結 論

經長期研究與實驗，獲得結論如下：

實驗完成的複合顏料能畫在各式材料，例如畫紙、玻璃板等上面，跟壓克力顏料具有聚合物的特性且具有油畫立體的特性以及乾燥時間適中，不需要保護層，如果沒有被太陽光長期直接照射，不容易分解、易保存。

我們想要推廣本研究的成果，經文獻探討得知在二十世紀初期之前，畫家都要自己製造顏料，所以以前的畫家都要熟悉化學，並且能創造出具有個人特色的色彩。但隨者顏料產業的進步，現在的畫家已經完全喪失化學能力，使得畫作的色彩表現呈現理想的狀態。我們製作了許多聚合物複合材料油彩，期望分享給臺灣的畫家創作，如本說明書的(圖 31 以及圖 32)，希望日後新式複合顏料能在藝術領域發光發熱。

此外複合顏料乾燥時間的控制取決於溶劑的種類，而黏性需要不同的，我們需要用更多實驗探討各種不同基底材料製成顏料的特性，期望能找出最好的顏料。

捌、參考資料及其他

- 一、曾國輝，化學，台北市，藝軒圖書出版社，2002 年
- 二、Laidler & Meiser 原著，郭冠麟、王榮英、陳寶祺合譯，物理化學，初版，臺北市，學富文化，2006 年
- 三、陳宏州，工程力學II。矩陣出版有限公司，2003年。
- 四、中華民國科學教育館，中小學科展作品專輯，臺北市，豐山彩色印書有限公司，2008年。
- 五、曾國輝，溶液，建宏出版社，2003年3月。
- 六、董盈穎(2012)。台灣美術館油畫修復管理機制建置。國立臺灣師範大學美術系博士班。
- 七、吳漢鐘(2013)。以非破壞性檢測技術建立藝術品科學鑑定程序。國立成功大學化學研究所。
- 八、Engineeringtoolbox dielectric constants of liquids 檢索日期2021年1月21日
https://www.engineeringtoolbox.com/liquid-dielectric-constants-d_1263.html

【評語】 032904

研究主題取材於生活發展出可以長久保存又方便攜帶的美術材料，是很有趣也較少見的主題。實驗向度及設計廣度稍嫌薄弱。沒有客觀的數據作為判斷，但仍成功調製出符合預期的複合顏料，精簡器材，方便攜帶。建議如下：

1. 混合酚醛樹脂、亞麻仁油、異丙醇、二氧化鈦、色料與乙酸異戊酯來製作成顏料，此顏料黏性適中能畫在畫布、玻璃板、塑膠板和紙上。配方的尋找方面需要對美術以及對化學材料有一定的熟悉，建議先提出廣用基礎材料再逐一更換或新添。
2. 顏料被紙纖維吸收與擴散的狀況建議由截面圖觀察顏料的入滲狀況。
3. 酸價與介電常數與研究目標的關聯性建議多多討論。
4. 圖 21-2 比較不同顏料應有相同的放大倍率，較能進行比較。
5. 建議提出複合顏料的油畫可長期保存的實驗證據。

作品簡報



新式複合顏料

組別：國中組

科別：生活與應用科學(二)

前言：動機與研究目的

- ▶ 繪畫有許多缺點，如乾燥時間、需要加保護油，放置地點要控制溫濕度等。
- ▶ 研究目的改進繪畫缺點並尋求新式油畫媒材的配方組合。
- ▶ 探討基底材適合的聚合物。
- ▶ 找出基底材的最佳溶劑。
- ▶ 顏料與油份的適當配比。
- ▶ 顏料媒材的調配並比較。
- ▶ 實際畫出畫作。

研究方法

資料收集並討論油畫缺點

討論各式膠找出適合的基底膠(黏度、乾燥時間)

討論基底材料對各式溶劑的特性(混合均勻、溶解度大且較常用)

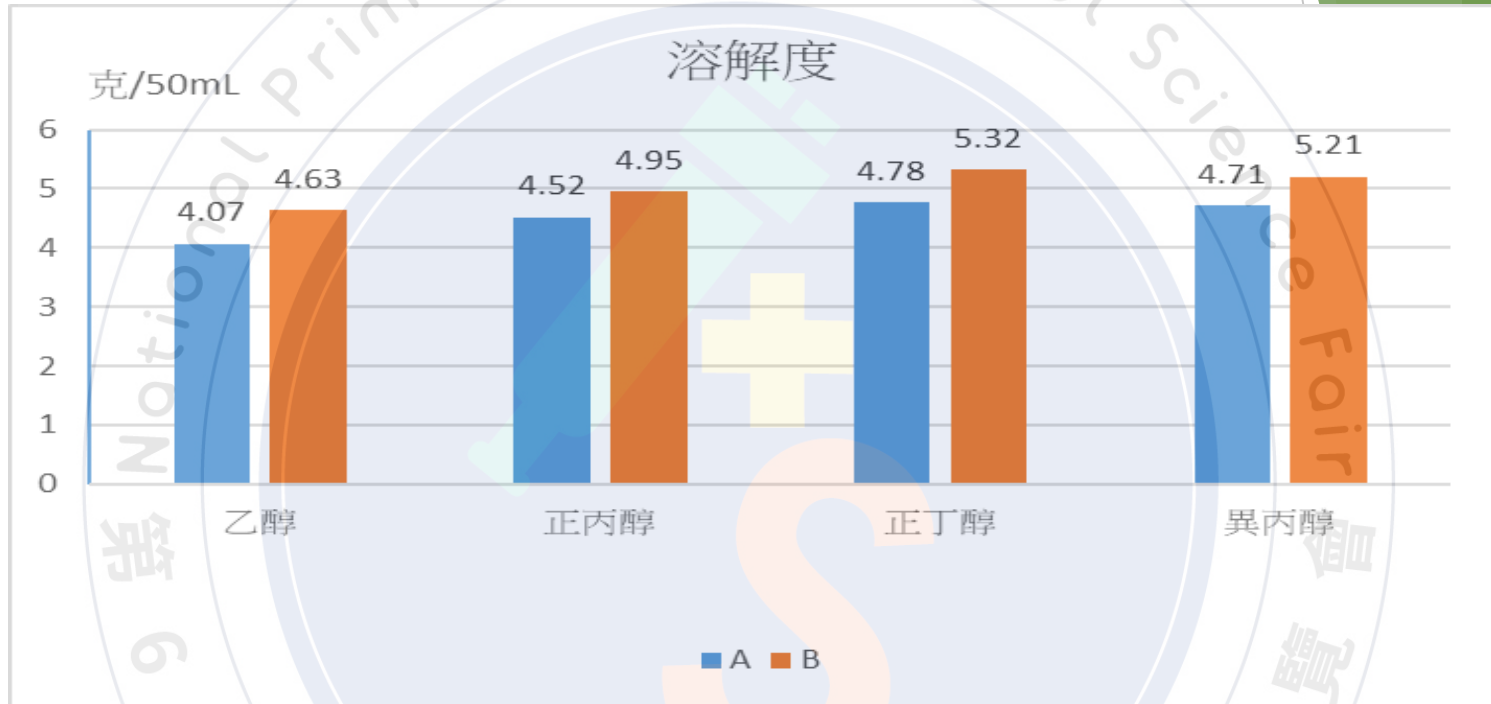
探討新式顏料材料特性(與壓克力顏料及油畫比較)

完成畫作(請畫家畫出畫作)



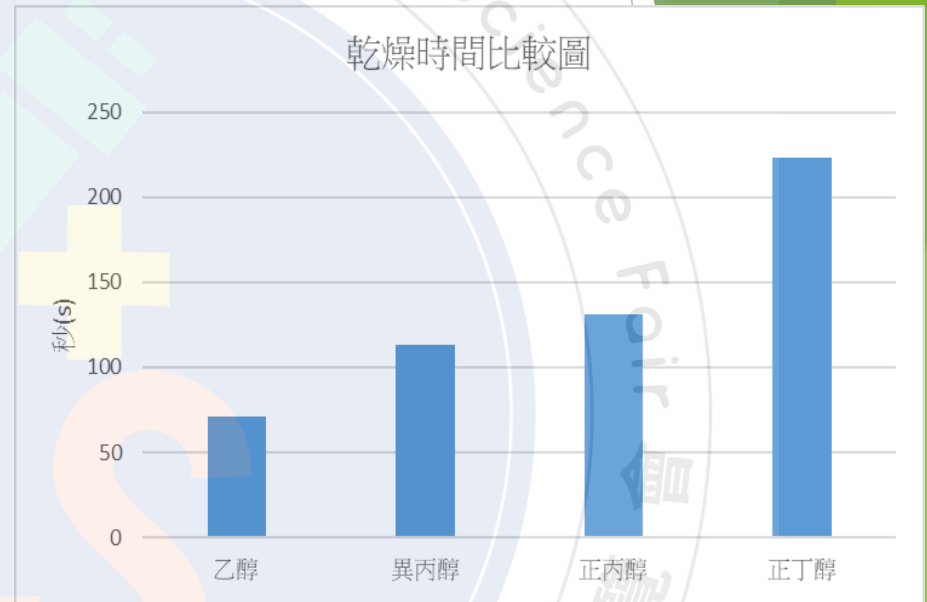
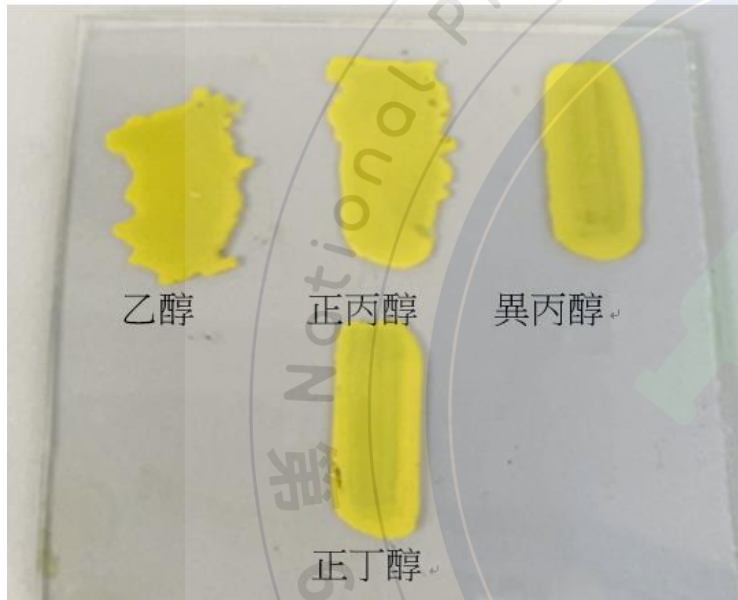
酚醛樹脂反應式

結果與討論～基底材與溶劑的組合



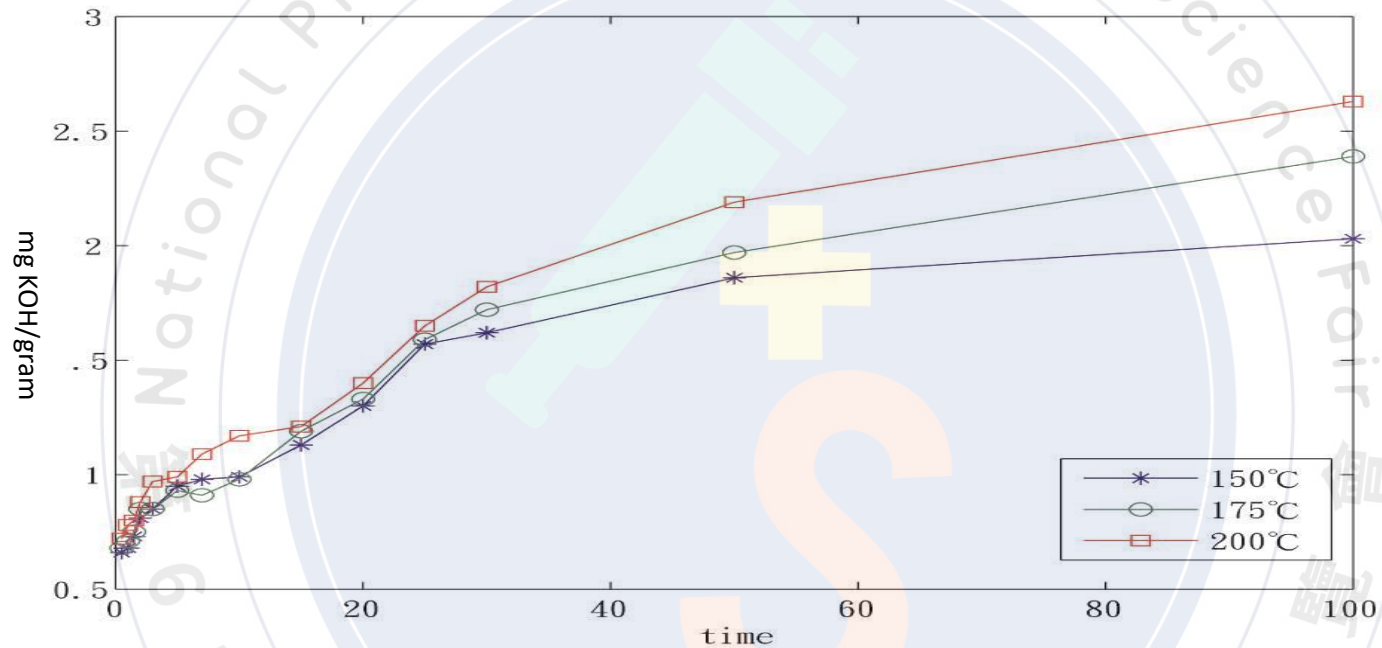
- 作畫時間適當不能太快乾，並且黏性不能太強。實驗找到酚醛樹脂的性質跟油畫相近，故選擇酚醛樹脂當基底材料。
- 酚醛樹脂A跟B對溶劑的溶解度均為：正丁醇>異丙醇>正丙醇>乙醇，溶解酚醛樹脂B較多，黏度較大。

結果與討論～適當溶劑的選擇



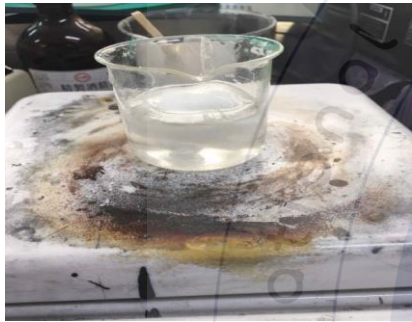
➤ 考慮毒性、味道、黏稠度以及乾燥時間，實驗**異丙醇**當作溶劑。

結果與討論～適當油份的選擇



- 亞麻仁油也可以跟異丙醇互溶，加熱精煉過的亞麻仁油性質穩定。故聚合物複合材料添加亞麻仁油作為第二溶劑。

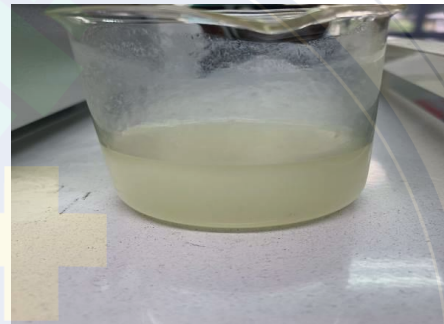
結果與討論～顏料與油份的適當配比



異丙醇加入酚醛樹脂



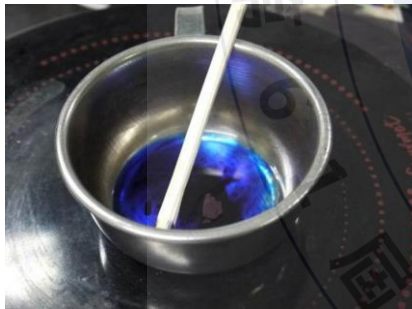
完成基底材料



基底油添加亞麻仁油



加入二氧化鈦



調配顏料



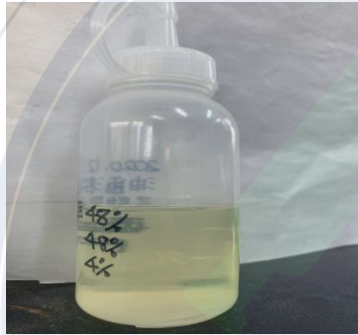
做出基本色的油彩

- 酚醛樹脂5.21克溶於50ml 異丙醇
- 亞麻仁油10ml調和味道
- 二氧化鈦增加不透明度，
- 使用色粉製作油畫顏料。

結果與討論～顏料媒材的調配



顏料分層



加入乙酸異戊酯



添加顏料放置3個月



完成全色系的油彩

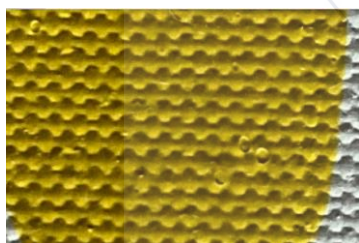
- 實驗一個星期後顏料分層。
- 利用 **乙酸異戊酯** 加入50ml、亞麻仁油10ml及異丙醇40ml，酚醛樹脂5.21g再添加色料約0.1g。
- 放置三個月 **不會分層**。

結果與討論～油畫媒材的比較

油畫、壓克力與新式顏料各取0.3公克畫在麻質畫布上比較。

	複合顏料	油畫顏料	壓克力顏料
味道	淡	濃	淡
乾燥時間(一層)	2小時	2天	2分鐘
乾燥時間(二層)	8小時	7天	3分鐘
層次(立體感)	有	有	差
氣泡	無	無	有
附著力(黏性)	佳	佳	佳
畫筆清潔溶劑	75%乙醇	松節油	水
使用方式	直接使用	1:1(松節油:亞麻仁油)	直接使用

- 味道油畫顏料最重
- 複合顏料乾燥適中
- 複合顏料有立體感
- 壓克力顏料有氣泡
- 複合顏料用乙醇洗
- 複合顏料直接使用



壓克力顏料放大圖



複合顏料放大圖



油畫放大圖

結果與討論～油畫媒材的實際應用



- 請畫家實際運用新式顏料寫生**創作油畫**。證實我們的發明，可以取代傳統油畫顏料。

結論

- ▶ 複合顏料具有**聚合物**的特性，不需要保護層。
- ▶ 使用多種液體當溶劑以及乙醇當清洗劑**味道降低**。
- ▶ 有**立體**的特性，**乾燥時間適中**。

未來展望

- ▶ 更多實驗探討各種不同基底材料和溶劑製成顏料，期望能找出更好的顏料。

參考資料

- ▶ 曾國輝，化學，台北市，藝軒圖書出版社，2002年
- ▶ Laidler & Meiser原著，郭冠麟、王榮英、陳寶祺合譯，物理化學，初版，臺北市，學富文化，2006年
- ▶ 陳宏州，工程力學II。矩陣出版有限公司，2003年。
- ▶ 中華民國科學教育館，中小學科展作品專輯，臺北市，豐山彩色印書有限公司，2008年。
- ▶ 曾國輝，溶液，建宏出版社，2003年3月。
- ▶ 董盈穎(2012)。台灣美術館油畫修復管理機制建置。國立臺灣師範大學美術系博士班。
- ▶ 吳漢鐘(2013)。以非破壞性檢測技術建立藝術品科學鑑定程序。國立成功大學化學研究所。
- ▶ Engineeringtoolbox dielectric constants of liquids 檢索日期2021年1月21日
- ▶ https://www.engineeringtoolbox.com/liquid-dielectric-constants-d_1263.html