

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 化學科

030202

黏土萬用在哪裡？

學校名稱：高雄縣私立義大國際高級中學附設國中

作者： 國二 傅意珍 國二 孫昭明	指導老師： 顏秀航
-------------------------	--------------

關鍵詞：黏土、萬用、口香糖

摘要

起初，看到萬用黏土是在老師辦公室裡。老師使用它來黏貼學生送的卡片，公仔及學校海報，所以對這黃黃的小東西很感興趣，但這黏土售價高，於是，與老師討論是否可深入研究萬用黏土及自製黏土的可能，並請老師協助我們尋找製作黏土的材料。

我們製作萬用黏土的主要成份「聚異丁烯」及「碳酸鈣」，依照不同比例調配成附著力不同的黏土。將聚異丁烯的重量固定，加入一定比例的碳酸鈣，從中調配最適合比例的黏土。我們發現，比例「1:1.9」以下所調配出來的黏土過於黏稠【圖一】；而比例「1:2.3」以上所調配出來的黏土，略顯乾硬且會有碳酸鈣未完全與聚異丁烯充分混合。所以，我們決定針對比例「1:1.9」至「1:2.3」的黏土進行進一步的探討及研究。



【圖一】

壹、研究動機

膠帶、膠水、雙面膠，是我們日常生活中常見的黏貼用品。不過，這些用品使用起來，不但費時費工又費力，加上它們只有一次的壽命，以及「凡走過必留下痕跡」的缺點，令「免釘萬用黏土」，立刻成爲維護校園整潔的福音。

第一次與「免釘萬用黏土」接觸，是在目前就學的學校。學校爲了美觀以及資源重複利用，於是規定所有的海報、吊飾、佈置…等，都只能使用「萬用黏土」來進行黏貼的動作。

老師們使用它來黏貼學生送的卡片和以及小小的公仔於辦公室內。它不但輕巧、不沾手而且攜帶方便，若想要更換黏貼物的位置，只要直接撥下，也不會把紙撕破，或殘留黏土在物品上。若是想撕下牆上黏貼的紙，不必顧慮到會把牆上油漆一併帶走的問題；想要繼續黏貼其他物品，也可以繼續使用同一個黏土。

它最大的特性，是可以不斷重複使用。與其他同樣可重複使用的黏貼用品，有個很大的差別。如：膠帶。膠帶一般使用 2~3 次，就必須更新。不過，「萬用黏土」使用越久，搓揉越多

次，黏性反而越強！雖然黏土可以重複使用，但若受到汙染，如：染色、沾到灰塵、雜質…等，會造成黏著面被污染物覆蓋，而間接影響到它的黏性，降低它的重複性！在小小的一包「免釘萬用黏土」裡，分成好幾小條，每小條有大概有 20 小塊，而需要使用幾小塊，則是依所需要黏貼物品的重量來衡量。放在包包裡也不會到處亂黏。這點令許多人都愛不釋手，隨身攜帶呢！

貳、研究目的

- 一、使用不同大小、重量、材質的紙張測試市售黏土持久性及耐重程度
- 二、比較不同黏貼用品及自製黏土的差異
- 三、自製萬用黏土
- 四、藉由製作黏土了解其使用藥品、工具
- 五、藉由固定不同重量的物品來比較黏土的持久性及耐重程度
- 六、藉由搓揉的次數，比較黏土的黏貼效果
- 七、探討不同黏土形狀的黏貼效果
- 八、探討市售常見粉末是否可以改變自製黏土的黏性及其黏貼效果
- 九、使用市售口香糖製作萬用黏土

參、研究設備及器材

影印紙(A4、A3、B5 各 1 張)、全開海報紙(1 張)、雲彩紙(A4、A3、B5 各 1 張)、A4 瓦楞紙(A4、A3、B5、全開各 1 張)、厚紙板(A4、A3、B5 各 1 張)、木板紙(A4、A3、B5、全開各 1 張)、8 開珍珠板 (1 張)、聚異丁烯、碳酸鈣、寶特瓶、電子天秤、燒杯 (500mL, 250mL, 100mL)、餐巾紙、釘書機、剪刀、美工刀、簽字筆、保鮮膜、玻棒、挖勺、衛生筷、線、市售黏土、粉筆、研鉢、游標尺、吹風機、青牌口香糖、飛牌口香糖、A 牌口香糖、E 牌口香糖、麵粉、地瓜粉、黑胡椒粉、白胡椒粉、小蘇打粉、方糖、糯米粉、芝麻粉、燕麥粉、滑石粉 (爽身粉)、大小透明夾鍊袋。



【圖二】

肆、研究過程及方法

首先，我們先以黏土的黏著度及使用壽命為首要的研究目標，於是我們使用不同大小、重量、材質的紙張測試黏土的時效及耐重度來做為第一個實驗。再以製作黏土，實際黏貼黏土來測量其耐重、持久度。

一、實驗步驟

(一) 使用不同大小、重量、材質的紙張測試市售黏土持久性及耐重程度

- 1.將所有的紙張及所需物品準備好
- 2.使用大小相同的黏土分別黏在各紙張四角
- 3.每隔一段時間進行拍攝記錄工作。【圖三】，【圖四】，【圖五】



圖(三)

圖(四)

圖(五)

(二) 比較不同黏貼用品及自製黏土的差異

- 1.我們將寶特瓶裝入 400gw 的水
- 2.利用膠水、白膠、膠帶、市售黏土...等黏貼用品將寶特瓶固定於牆上。【如附圖】
- 3.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量的耐重時間【表一】

白膠（寶特瓶 6 號）



膠水（寶特瓶 7 號）



膠帶（寶特瓶 8 號）



【表一】

水瓶編號	6	7	8
黏貼用品	膠帶	膠水	白膠
水重	400gw	400gw	400gw
時間	4分17秒	無法耐重	無法耐重



膠水



膠帶

(三) 自製萬用黏土

- 1.將碳酸鈣及聚異丁烯依照不同比例調配成附著力不同的黏土【圖六】、【圖七】、【圖七-2】、【圖八】、【圖八-2】
- 2.將寶特瓶裝入依比例增減的水量【圖九】
- 3.利用自製黏土將裝水寶特瓶固定於牆上
- 4.使用碼錶紀錄黏土固定裝水寶特瓶的耐重時間



【圖六】



【圖七】



【圖七-2】



【圖八】



【圖八】



【圖九】

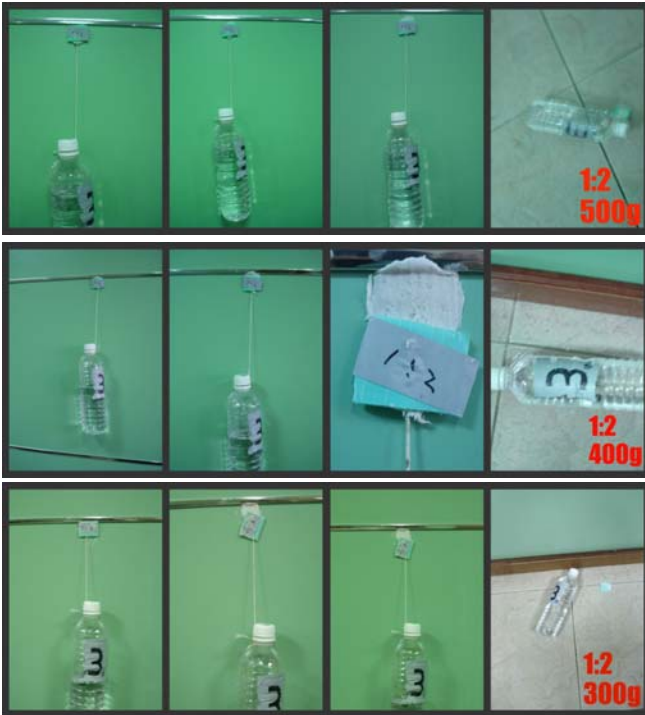
1 號寶特瓶為市售黏土



2 號寶特瓶為 1:1.9 自製黏土



3號寶特瓶為 1:2 自製黏土



4號寶特瓶為 1:2.1 自製黏土



5號寶特瓶為 1:2.2 自製黏土





6號寶特瓶為 1:2.3 自製黏土



(五) 藉由固定不同重量的物品來比較黏土的持久性及耐重程度

- 1.將裝水的寶特瓶分別秤 500gw、400gw、300gw、200gw、100gw 【圖十】
- 2.利用自製黏土分別將不同重量的裝水寶特瓶固定於牆上 【圖十一】
- 3.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量的耐重時間

【圖十】



【圖十一】



(六) 藉由搓揉的次數，比較黏土的黏貼效果 【表五】

- 1.分別取市售黏土、自製黏土 1:2.1、自製黏土 1:2.1 加粉筆灰各 3g
- 2.分別揉搓 10 次、30 次、50 次、70 次、100 次、200 次
- 3.利用黏土分別將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上
- 4.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量水瓶的耐重時間

(1-1) 搓揉市售黏土 10 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(1-2) 搓揉市售黏土 30 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(1-3) 搓揉市售黏土 50 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(1-4) 搓揉市售黏土 70 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(1-5) 搓揉市售黏土 100 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



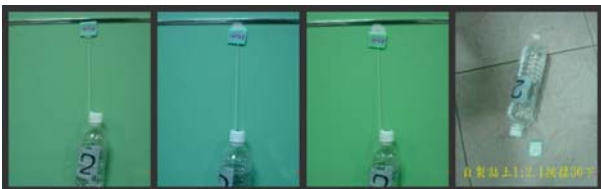
(1-6) 搓揉市售黏土 200 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-1) 搓揉自製黏土 10 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-2) 搓揉自製黏土 30 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-3) 搓揉自製黏土 50 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-4) 搓揉自製黏土 70 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-5) 搓揉自製黏土 100 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2-6) 搓揉自製黏土 200 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-1) 搓揉自製黏土加粉筆灰 10 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-2) 搓揉自製黏土加粉筆灰 30 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-3) 搓揉自製黏土加粉筆灰 50 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-4) 搓揉自製黏土加粉筆灰 70 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-5) 搓揉自製黏土加粉筆灰 100 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3-6) 搓揉自製黏土加粉筆灰 200 次，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(七) 探討不同黏土形狀的黏貼效果

- 1.分別取 3gw 的市售黏土 4 顆
- 2.分別將黏土揉搓為球體、長方體、三角體、分散圓點
- 3.利用黏土分別將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上
- 4.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量的耐重時間

(1) 取市售黏土 3g，搓為球體，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(2) 取市售黏土 3g，搓為長方體，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(3) 取市售黏土 3g，搓為三角體，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(4) 取市售黏土 3g，搓為分散圓點，並將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上



(八) 探討市面上常見粉末是否可以改變自製黏土的黏性及其黏貼效果

- 1.將碳酸鈣及聚異丁烯調配成 1:2.1 比例的自製黏土
- 2.分別加入小蘇打粉、地瓜粉、糯米粉、燕麥片粉、芝麻粉、粉筆灰、滑石粉（爽身粉）、麵粉、方糖粉、黑胡椒粉、白胡椒粉。【圖十二】、【圖十三】

3.取 3g 自製黏土分別將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上

4.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量水瓶的耐重時間



【圖十二】



【圖十三】

(九) 使用市售口香糖製作萬用黏土

1.分別取 3g 飛牌、A 牌、青牌、E 牌口香糖

2.與粉筆灰均勻混合至適當軟硬程度

3.分別使用自製口香糖黏土將 500gw 裝水寶特瓶固定於牆上

4.使用碼錶紀錄下黏土固定不同重量水瓶的耐重時間

(1) 飛牌口香糖加粉筆灰



(2) A 牌口香糖加粉筆灰



(3) 青牌口香糖加粉筆灰



(4) E 牌口香糖加粉筆灰



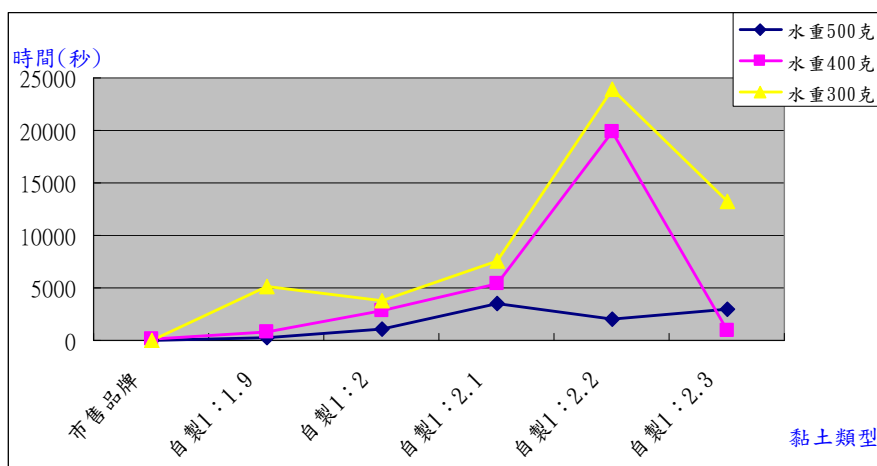
伍、研究結果與討論

經過一連串大大小小的實驗與研究後，我們有出乎意料的發現及成果，並從中涉取了不少的科學知識。我們將在實驗、討論及假想時所抄寫的筆記蒐集、整理並研究其中所引發出的新想法，且更進一步的去思考這些新的想法或是實驗，是否會進一步對目前我們所針對的問題有所幫助？對於目前我們所做的實驗及討論內容，我們統整下列研究資料：

這是我們爲了比較「自製黏土」與「市售品牌」的差異所做的實驗，並且完成了下表。由表中，我們發現到市售的黏土不管是在 500gw、400gw、300gw，都略遜自製黏土一籌。由此可知，不管是在附著力或是時效性上，我們自製的黏土有佔上風的趨勢。不過在使用上，市售品牌使用起來不但不黏手，也不會有殘留物留在黏貼物上。這項技術有令我們更進一步想要深入探討的意義，及希望能找出這個在市售黏土身上的「秘密」。

【表二】

編號	1	2	3	4	5	6
	市售品牌	自製 1 : 1.9	自製 1 : 2	自製 1 : 2.1	自製 1 : 2.2	自製 1 : 2.3
水 500gw	14 秒 6	3 分 43 秒	17 分 27 秒	59 分 32 秒	34 分 30 秒	8 分 53 秒
水 400gw	2 分 14 秒	12 分 52 秒	47 分 54 秒	1 時 30 分 19 秒	5 時 30 分 06 秒	16 分 27 秒
水 300gw	37 秒	1 時 25 分 23 秒	1 時 02 分 48 秒	2 時 05 分 45 秒	6 時 39 分 17 秒	3 時 41 分 44 秒



【表二-2】

二、不斷的實驗，不斷的思考，反覆的假設及突破自我的心理障礙。我們最後找到了接近市售黏土秘密的物質—「粉筆灰」。這其實是個在先前就有想過的材料，不過因爲害怕刮黑板的聲音，深怕混合時就會聽見，所以遲遲沒有採用。

『踏出第一步是困難的』。不過根據【表三】【表四】，我們相信是值得的。雖然加入粉筆

灰的自製黏土，黏性稍減，不過它的觸感、黏性，都與市售黏土差不多!比較上下兩表格，我們可以發現自製的黏土在承受 500g 的水重時，還是比市售的黏土還耐重持久!

【表三】我們將黏土與粉筆灰均勻混合至適當軟硬程度，再測量其重量：

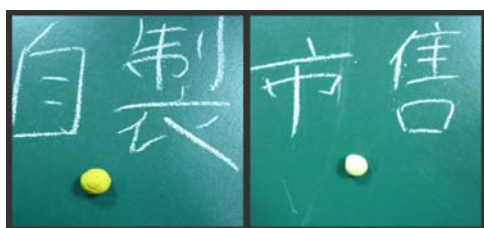
黏土比例 黏土重量	1:1.9	1:2.0	1:2.1	1:2.2	1:2.3
加粉筆灰前黏土重量	3.6gw	3.02gw	3.04gw	3.02gw	3.04gw
加粉筆灰後黏土重量	4.3gw	3.8gw	3.52gw	3.68gw	3.38gw
粉筆灰用量	0.7gw	0.78gw	0.48gw	0.66gw	0.34gw

【圖十四、十五】是我們所使用加入粉筆灰黏貼的自製黏土



1:2.3 自製黏土加粉筆灰【十四】

1:1.9~1:2.3 自製黏土加粉筆灰【十五】

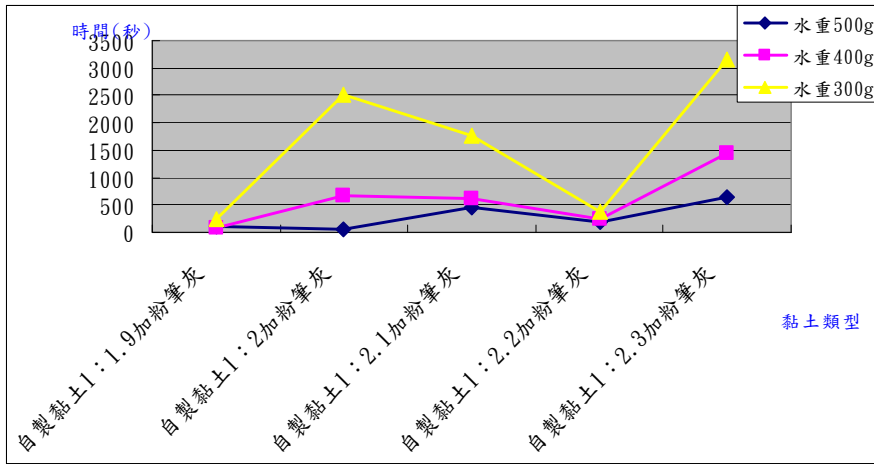


【自製黏土加粉筆灰與市售黏土】

【表四】記錄自製黏土其耐重程度和時間

編號	2	3	4	5	6
	自製黏土 1:1.9 加粉筆灰	自製黏土 1:2 加粉筆灰	自製黏土 1:2.1 加粉筆灰	自製黏土 1:2.2 加粉筆灰	自製黏土 1:2.3 加粉筆灰
水 500gw	1 分 48 秒	0 分 57 秒	7 分 21 秒	3 分 15 秒	10 分 47 秒
水 400gw	1 分 22 秒	11 分 04 秒	10 分 18 秒	4 分 10 秒	23 分 51 秒
水 300gw	3 分 52 秒	41 分 40 秒	29 分 32 秒	6 分 15 秒	52 分 32 秒

三、下圖是測量加入粉筆灰之後的黏土耐重情況：



【表四-2】

2號為 1:1.9 自製黏土加粉筆灰



3號為 1:2 自製黏土加粉筆灰



4號為 1:2.1 自製黏土加粉筆灰





5號為 1:2.2 自製黏土加粉筆灰



6號為 1:2.3 自製黏土加粉筆灰

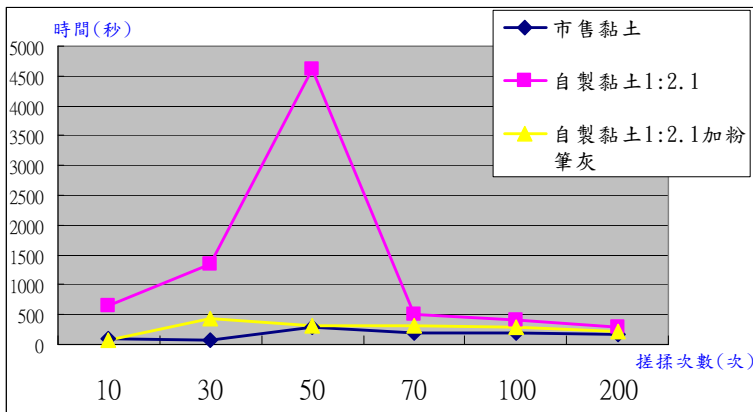


四、探討不同揉搓程度對黏土的影響

我們探討搓揉黏土次數是否會影響黏土黏貼的效果，於是分別將市售黏土、自製黏土 1:2.1、自製黏土 1:2.1 加粉筆灰各搓揉 10 次、30 次、50 次、70 次、100 次、200 次。由實驗發現，三種黏土分別搓揉 50 次時的黏貼效果較佳；其中，因 1:2.1 的自製黏土較黏，黏貼時間較持久。

【表五】

數 黏貼時間	揉搓次數					
	揉搓 10 次	揉搓 30 次	揉搓 50 次	揉搓 70 次	揉搓 100 次	揉搓 200 次
市售黏土	1 分 30 秒	1 分 23 秒	4 分 47 秒	3 分 14 秒	3 分 03 秒	2 分 57 秒
自製黏土 1:2.1	10 分 41 秒	22 分 34 秒	1 時 16 分 46 秒	8 分 36 秒	6 分 43 秒	4 分 54 秒
自製黏土 1:2.1 加 粉筆灰	1 分 13 秒	7 分 23 秒	5 分 19 秒	5 分 03 秒	4 分 46 秒	3 分 31 秒



【表五-2】

五、探討不同形狀黏土對黏土黏貼的影響

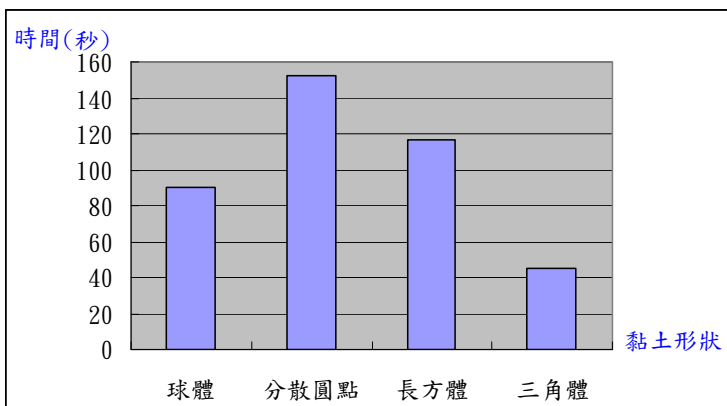
取四個 3gw 市售黏土，分別將其塑成球體、分散圓點、長方體、三角體四種不同形狀，研究不同形狀的黏土是否會影響其黏貼效果。經實驗發現，不同形狀其附著點及施力點的不同，會影響其黏貼效果，其中，利用分散圓點施力的方式，附著點面積較廣，黏貼效果最佳。

【表六】

黏土	球體	分散圓點	長方體	三角體
市售黏土	1 分 30 秒	2 分 32 秒	1 分 57 秒	45 秒

※補充 (依【圖十五】)

1. 分散圓點每顆為 0.6gw
2. 長方體底面為正方形 (1x1)cm，長為 1.6cm
3. 三角體底邊長為 1.1cm，右邊邊長為 1.8cm，左邊邊長為 1.7cm，厚度為 0.6cm



【表六-2】



【圖十五】

六、加入不同粉末對黏土黏性的影響

分別在 1:2.1 自製黏土加入小蘇打粉、地瓜粉、糯米粉、燕麥片粉、芝麻粉、滑石粉（爽身粉）、粉筆灰、麵粉、方糖粉、黑胡椒粉、白胡椒粉。

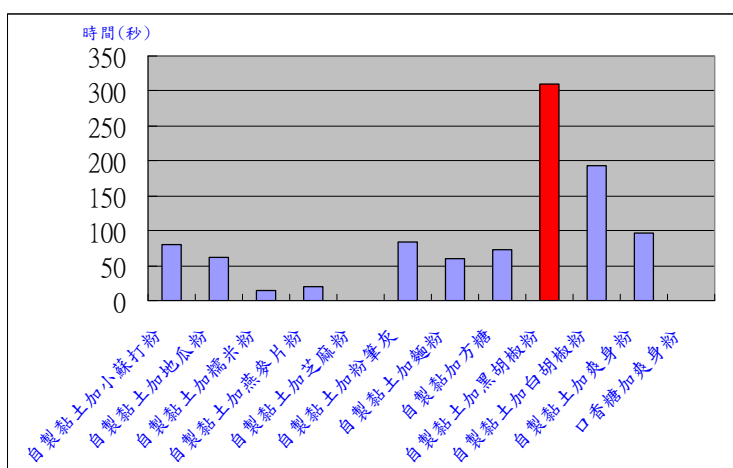
- 1.小蘇打粉：搓揉時粉末會有顆粒的感覺，但是之後手的表面摸起來卻有些光滑。
- 2.地瓜粉：摸起來非常滑順細膩。
- 3.糯米粉：比地瓜粉略粗。
- 4.燕麥片粉：燕麥片之中含有脫水薏仁，薏仁中間的部份無法完全磨碎，所以加入燕麥片粉的黏土會有顆粒感。
- 5.芝麻粉：由顆粒磨至粉末無法連同芝麻殼一起磨得很細碎，而其中也會有芝麻油出現，加入黏土後，表面會有薄薄的一層油。
- 6.粉筆灰：主要成分是碳酸鈣，不過粉末較其細緻，推測其中還含有滑石粉。
- 7.滑石粉（爽身粉）：粉末非常細緻，加入黏土後，容易被吸收，要不斷加入粉末，加入後，黏土表面非常光滑，不過放置一段時間後，似乎又被吸收進去了。
- 8.麵粉：摸起來手變粗，但麵粉粉末卻十分細膩。
- 9.方糖粉：磨碎後，用手揉搓，會有細沙、黏膩的感覺。
- 10.白胡椒粉（同黑胡椒粉）：搓揉後手會有粗粗的感覺。

【表七】

黏土 附著時間	自製黏土 1:2.1 加小蘇打粉	自製黏土 1:2.1 加地瓜粉	自製黏土 1:2.1 加糯米粉	自製黏土 1:2.1 加燕麥片粉	自製黏土 1:2.1 加芝麻粉	自製黏土 1:2.1 加粉筆灰
500gw 水	1 分 21 秒	1 分 02 秒	15 秒	20 秒	無法耐重	1 分 23 秒

黏土 附著時間	自製黏土 1:2.1 加滑石粉（爽身粉）	自製黏土 1:2.1 加麵粉	自製黏土 1:2.1 加方糖	自製黏土 1:2.1 加黑胡椒粉	自製黏土 1:2.1 加白胡椒粉	口香糖加爽身粉
500gw 水	1 分 36 秒	1 分 00 秒	1 分 14 秒	5 分 10 秒	3 分 14 秒	無法耐重

※無法耐重:耐重時間在 0 秒至 10 秒之間。



【表七-2】

七、利用不同品牌口香糖製作黏土

實驗前我們推估，四種不同的市售口香糖加粉筆灰混合製成黏土，因「飛牌」口香糖口感較柔軟、黏牙，且較容易吹出泡泡，而其他三種品牌嚼久了會變乾硬且無法吹出泡泡，所以推估「飛牌」的耐重效果較佳。於是我們著手進行此實驗，並測其耐重程度。由實驗得證，市售四種口香糖，以「飛牌」的耐重效果最佳。

【表八】

口香糖黏土 附著時間	飛牌口香糖	A 牌口香糖	青牌口香糖	E 牌口香糖
500gw 水	51 秒	無法耐重	無法耐重	無法耐重

※無法耐重:耐重時間在 0 秒至 10 秒之間。

八、觀察市售黏土加熱後的變化

【表九】

加熱時間	加熱時自製黏土的變化
1 分鐘	表面微濕，感覺有細毛微微豎起，不過不明顯。
2 分鐘	表面更濕，看起來有些光滑，且細毛豎起的感覺也越來越明顯，漸漸出現淺淺的皺摺。
3 分鐘	表面依然濕滑，但細毛變得有擴張呼吸的感覺，而且仔細一看，它的排列竟是隨著搓揉的方向決定！像是顆長滿刺的球。
4 分鐘	濕滑的表面出現的皺摺更加深，像是一條條的裂痕，有稍微變乾硬。而球體似乎不像先前一樣隨風移動。仔細觀察後發現，紙張與球體之間，有些許含有黏性的液體將兩者黏住；雖黏性不強，但我們猜想可能那就是在表面那層濕滑的液體。
5 分鐘	加熱五分鐘後立刻秤重，之後馬上用手觸摸，表面溫度極高，且感覺濕軟而細毛也非常地突出。稍微往 2 邊拉長，發現延伸的範圍十分之廣大。不過卻難以取得相片，試著拉長後至於長桌桌面，也許能夠更容易清楚的拍攝，但過了不出 5 秒鐘，卻發現拉長後某些部分的黏土卻斷成一小截一小截，並結成像是一粒粒小小的碎沙。如【圖十八~圖十九】。

【表十】

加熱時間	加熱時自製黏土的變化
1 至 4 分鐘	類似【表九】1 至 4 分鐘之反應。
5 分鐘	除了濕滑，柔軟，表面的液體與紋路似乎又越明顯了。我們猜想，可能是因為持續加熱的關係使加熱的工作有更加的完整，而熱度也較集中！
6 分鐘	細毛的排列有越來越整齊的狀況。

7 分鐘	表面不像以往的濕滑。在 7 分 00 秒至 7 分 59 秒，這一分鐘之間，原本濕滑的表面變得有些乾燥，但細毛並無隨之消失，反而更明顯了。
8 分鐘	又回復先前濕滑、柔軟，沾手的狀況，而細毛也無消失的跡象。
9 分鐘	比 8 分鐘時濕滑、柔軟、黏手而毛孔豎起的程度加重了一些，其餘並無特別變化。
10 分鐘	非常地柔軟且黏手，而表面也很濕滑。毛孔依然突出，不過只要時間稍久就會回復原狀。而我們也再次嘗試拉長 2 邊，想說是否黏性更佳，也較容易拍攝；比較容易拉長，不過與【表九】裡的 5 分鐘一樣，無法取得相片



【圖十七】加熱時



【圖十八】

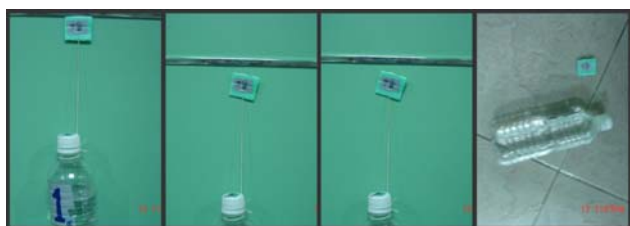


【圖十九】

陸、結論

- 1、市售的黏土一包是八十元，平均 3g 是 2.5 元；而自製的黏土可利用貝殼粉以及聚異丁烯製成，平均 3g 是 1 元，比較之下，自製的黏土便宜了許多！
- 2、依不同比例自製的黏土，可以黏到 5 個小時以上，比市售黏土的黏性高出好幾倍。
- 3、實驗過程中發現，不斷重複揉捏黏土，會感覺手上有些粉粉的，測試自製的黏土，也有相似的結果，於是決定將市售黏土使用吹風機加熱，加熱 5 分鐘秤其重量，連續加熱十分鐘，發現每 5 分鐘減少 0.4g。故我們推測，不見的重量，應該就是碳酸鈣。
- 4、加熱時的市售黏土表面的變化非常多端，為了確保它的準確性，我們在加熱後馬上進行時效性的測試【圖二十】，反應如【表九】、【表十】。500gw 的水，卻可以將它固定於牆面 6 分 29 秒，其耐重時間也比沒加熱過的黏土高出許多（可比較【表二】【表二-2】）。
- 5、在搓揉 50 次時，耐重時間最長。依實驗結果平均上來說，我們發現在搓揉次數在 50 次上下，耐重時間都會越來越短。其中，因 1:2.1 的自製黏土較黏，黏貼時間較持久。【表五】【表五-2】。
- 6、自製黏土過於沾手，觀察市售黏土後，我們加入粗粉筆灰來減少它黏手的缺點，並提高它的實用性。

- 7、未添加粉筆灰的自製黏土雖不比沒加粉筆灰的黏土的黏貼時間還長，但附著的時間及耐重力還是比市售黏土來的高【表四】【表四-2】。
- 8、多添加了十種不同的粉末與粉筆灰做比較，發現添加黑胡椒粉的黏土時效性最佳；添加芝麻粉的黏土無法耐重，時效性最差【表七】【表七-2】。
- 9、試著把黏土搓成另外三種不同的形體，發現也是影響黏性的原因之一，使用搓成三角體的黏土耐重程度最差；搓成分散圓點的黏土時效性最佳，【表六】【表六-2】。
- 10、因口香糖的外型及特性極相似萬用黏土，於是我們使用四種不同品牌的口香糖製作萬用黏土，只有飛牌口香糖具有耐重的功能而它的型態也最接近；比較【表八】飛牌口香糖及【表二】【表二-2】市售品牌 500gw，飛牌口香糖加粉筆灰的時效性還是勝過市售品牌。
- 11、我們用問卷調查學校老師使用自製黏土的心得，以改善自製黏土。調查結果發現，自製的黏土還是有黏手的問題，不過也有人為讚賞自製黏土的黏著力。而我們也決定還要再繼續研究加入粉末的用量以及會吸收粉末的問題。



【圖二十】

柒. 參考資料及其他

1. 聚異丁烯 Polyisobutylene (PIB)購自第一化工
2. 金山.2000,廣泛應用的低聚異丁烯,World Plastics, Vol.18,No.4,pp25-26
3. 浙江 遠山 2008,中分子聚異丁烯的生產與應用,精細化工原料及中間體,第一期:15
4. 袁洪福,賀瑜玲,褚小立,王京,陸婉珍,齊泮侖,西曉麗. 2002,聚異丁烯高活性端基含量及相對分子質量測定方法的研究,光譜學與光譜分析,Vol.22,No.2,pp213-2175
5. 徐澤輝, 房鼎業.2007,異丁烯二聚反應,化學進展, Vol.19,No.9,pp1413-118
6. 彭學成,崔立強,孫峰,于元章,高步良. 2003,低分子量具異丁烯的開發及應用,合成樹脂及材料,20(2):67-70
7. 陳勇.2001,高活性聚異丁烯,化工科技市場,第八期:15-17
8. 趙光,常玉紅.2002,低分子聚異丁烯合成技術及應用,膠體與聚合物, Vol.20,No.4, pp36-39
9. 韓秀山 2008,聚異丁烯在橡膠等高聚物中的應用,精細化工原料及中間體,第七期:22-25
10. 韓秀山.2001,高活性低分子量聚異丁烯,四川化工與腐蝕控制, Vol.4,No.1,pp30-34

【評語】 030202

海報版面製作精美，學生的表達能力與臨場反應均佳，黏土成分的檢測與添加物的選擇可再多元化。