

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

技高組 成果報告表單

題目名稱：防火黏土-抵擋烈火的原理

一、摘要：

我們常常會在新聞上看到某些地方發生了嚴重的火災，而現在也有越來越多的建築配備了防火設備，以降低人員傷亡的機率，但是火在生活中是不可或缺的，因此防火也變得更加重要。所以我們將參考網路上搜尋到的特別配方:玉米粉+小蘇打粉+膠水就可以製作出能抵擋高溫的防火黏土，而除了證實之外，我們也試著改變其中的比例，去探討其防火效果及原理。

二、探究題目(創意作品)與動機

因為火災帶來的嚴重性，因此我們思考是否能透過家裡就有的簡單材料製作能抵擋高溫的防火材料，利用阻擋燃燒三要素的其中一項，進而達到防火的效果。

使用在網路上查到的比例，材料為玉米澱粉、小蘇打粉以及膠水，其中玉米澱粉與小蘇打粉的比例為 9：1，膠水則是加到材料變為流體狀為止。而防火的原理如下，當小蘇打粉遇熱時會產生二氧化碳，而二氧化碳的特性就是不助燃、不可燃，藉此來抵擋物體的燃燒，此外，在實驗中加入的膠水也是關鍵，這種膠水含有聚乙烯醇，聚乙烯醇在燃燒的過程中會產生水和二氧化碳，聚乙烯醇碳化後也會產生二氧化碳，這樣一來，膠水裡面含有的水就可以幫助物體降溫，而聚乙烯醇碳化後所產生的二氧化碳就可以有效的阻擋物質的燃燒。

$2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$ (小蘇打粉加熱後的方程式)

$(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n + n\text{O}_2 \rightarrow 2n\text{C} + 2n\text{H}_2\text{O}$ (聚乙烯醇燃燒的方程式)

$2n\text{C} + 2n\text{O}_2 \rightarrow 2n\text{CO}_2 \uparrow$ (聚乙烯醇碳化後的方程式)

三、探究(創作)目的與假設

了解此防火材料的原理，並藉由網路上提供的比例，思考是否可以透過自己改變玉米澱粉與小蘇打粉的比例，維持膠水比例不變，看看是否可以讓防火效果變得更好。

其中更改的比例為：

材料克數	玉米澱粉	小蘇打粉	膠水
對照組	45g	5g	25g
實驗組 1	25g	25g	25g
實驗組 2	5g	45g	25g

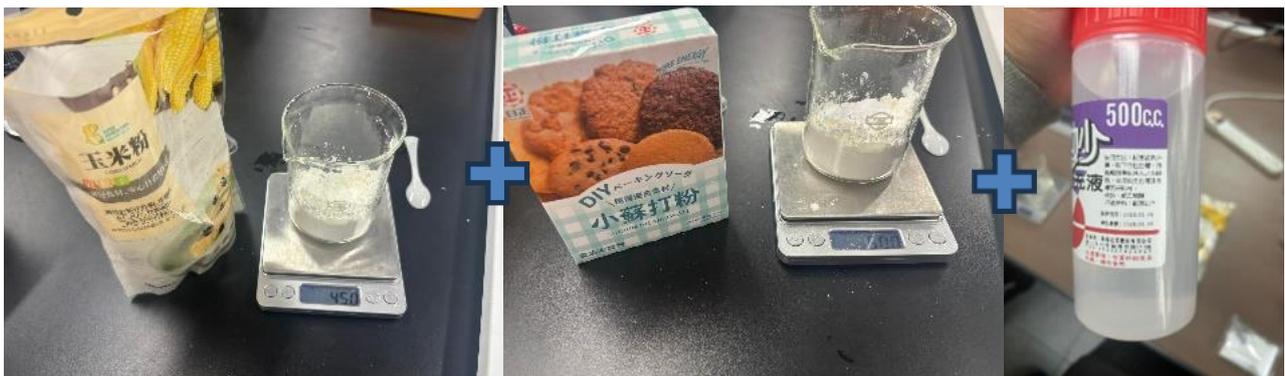
四、探究方法(製作原理)與驗證步驟

(1) 實驗器材：玉米澱粉 1 包、小蘇打粉 2 盒、PVA 膠水 (含有聚乙烯醇) 1 瓶、紅外線溫度槍 1 支、攪拌棒 1 支、燒杯 1 個、石頭 1 顆、噴燈 1 支、電子秤 1 個、滅火器 1 支。



圖(1)為實驗器材

(2) 實驗過程：依照網路上搜尋到的實驗步驟，先將玉米粉加入，隨後再將小蘇打粉加入，分別測好我們要的克數之後，將其攪拌均勻，然後再一邊加入 PVA 膠水、一邊攪拌直到將所有膠水加入，分別做出我們要測試的三組防火黏土。做好了這個防火黏土後，我們再使用噴燈，先將沒有鋪上防火黏土的石頭，燒 30 秒並測量其溫度，等待其冷卻後在鋪上防火黏土並以同樣時間燒石頭，測量其溫度並記錄，然後再重複一樣的動作分別對其他三組做測試。





圖(2)為實驗過程

控制變因：材料厚度、燃燒距離、燃燒時間、量測距離

操作變因：材料比例

(3) 數據記錄：

材料比例分別為

玉米粉：小蘇打粉：膠水

材料比例	乾燒石頭的溫度	鋪上防火黏土後的溫度	石頭抵擋的溫度
9:1:5	652°	479°	173°
1:1:1	652°	336°	316°
1:9:5	652°	181°	471° [👑]



圖(3)為鋪上防火黏土後所測量的溫度

(4) 實驗結果分析：我們總共測試了在三種不同的比例下，且在材料厚度、燃燒距離、燃燒時間等不變條件下，其用噴燈燃燒的防火效果為玉米澱粉：小蘇打粉=1：9 下效果最佳，和影片中推薦使用的比例截然不同，因此，我們組員思考其實驗結果的原因，在測試的時候，我們發現到在以玉米澱粉：小蘇打粉：膠水為 9:1:5 的情況下，黏土碳化的情形最為嚴重，而在以玉米澱粉：小蘇打粉：膠水為 1:9:5 的情況下幾乎都沒有碳化的情形，此外，在材料比例為 1:9:5 的時候，做出來黏土比較濕潤，像是流體的感覺，而在材料比例為 9:1:5 的時候則正好相反，黏土較為乾癢，所以我們推測：在以玉米澱粉：小蘇打

粉：膠水為 1:9:5 的情況下小蘇打粉的比例較多，小蘇打粉加熱後的方程式($2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$)，在小蘇打粉較多的情況下，其反應速度也較快，可以更快的產生二氧化碳，達到阻擋烈火的效果，而也證明了我們前面所提到的化學式聚乙烯醇在燃燒的時候會產生水和二氧化碳($(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n + n\text{O}_2 \rightarrow 2n\text{C} + 2n\text{H}_2\text{O}$)，而聚乙烯醇碳化後也會產生二氧化碳 $2n\text{C} + 2n\text{O}_2 \rightarrow 2n\text{CO}_2 \uparrow$ ，幫助了抵擋火勢的一部分。

五、結論與生活應用

結論:透過這個實驗可以證明，我們可以利用日常生活中隨手可得的材料，就能製作出能抵擋極高溫的防火材料，利用燃燒三要素的原理：可燃物、助燃物、燃點，膠水中的水能吸收熱能，再由化學式可知，做好的材料遇熱會產生水以及二氧化碳，而二氧化碳就是這個實驗的關鍵，因為二氧化碳不助燃，而燃燒三要素就缺乏了助燃物這一項，進而達到防火的效果。生活應用:透過這次的實驗，我們認為這種材料可以應用在未來的建築中，經過改良後或許可以變成良好的防火材料，能夠有效的阻斷烈火，降低人員傷亡的機率。

參考資料

3000 度噴槍直接燒手？！用玉米粉做出耐超高溫材質！【胡思亂搞】

<https://www.youtube.com/watch?v=RxnXQSPvMCU&t=189s>

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書第一名

<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-080214.pdf?888>

澱粉、膠水、小蘇打，普通材料混合竟能阻擋千度高溫？

<https://kknews.cc/zh-tw/news/z935eyl.html>