

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081523

「炭」索秘密

高雄縣鳳山市正義國民小學

作者姓名：

小五 江星達 小五 張育禎 小五 謝函庭
小五 葉庭均

指導老師：

蘇崇賢 蘇秀玲

「炭」索秘密

壹、摘要

木炭是大家烤肉時常常使用的燃料，它具有便宜，溫度高，時間久的特性，但要使它一下子點燃也需要費一番功夫，因此針對上述缺點，便有業者推出快速炭，基於我們對快速炭的好奇，於是展開了木炭與快速炭的探討研究。我們經由資料的蒐集以及實驗室內一步一步的實際模擬，逐漸解開了我們心中對快速炭的困惑。從這次的研究當中，我們了解到燃燒的原理，以及快速炭的可能成分是木炭、黏著劑、硝酸鉀助燃劑。而在自製快速炭的過程中，我們也發現當漿糊、木炭、硝酸鉀的比例為 4：3：1 時，成形及燃燒的效果最佳。從這次的研究中讓我們了解：一種新商品的研究與開發是相當的不容易，必須要盡善盡美才可以受到消費者的青睞。

貳、研究動機

中秋節時，看到許多人使用木炭烤肉，爲了讓木炭燃燒，常常使人灰頭土臉，於是，便有業者推出所謂的快速炭，強調一根火柴即可點燃，使用起來相當方便，我們很好奇這樣的快速炭究竟是什麼樣的成分，竟然有如此神奇的功效？於是在好奇心的驅使下，我們開始請教老師，並展開有關木炭與快速炭的製作、探討與比較。

參、研究目的

- 一、比較木炭和快速炭的外觀、氣味、燃燒情形、燃燒狀況、燃燒結果。
- 二、探討木炭和快速炭密度的異同，加以分析討論。
- 三、探討不同木炭粉和漿糊比例對成形狀態的影響。
- 四、探討木炭粉和漿糊比例對耐壓情形的影響。
- 五、固定漿糊重量，探討不同木炭粉和硝酸鉀比例對燃燒情形的影響。
- 六、探討相同成分比例、不同重量，對燃燒情形的影響。
- 七、探討相同成分比例、不同的洞數，對燃燒情形的影響。

肆、研究設備及器材

- 一、實驗材料：木炭、漿糊、硝酸鉀、快速炭、酒精
- 二、實驗儀器：電子天秤、鐵鎚、燒杯、烤肉架、烤肉網、點火槍、快速炭、塑膠袋、溫度計、夾子、可彎吸管、塑膠量杯、卡式爐、碼錶、湯匙
- 三、自製儀器：篩網



圖 1：各類器材一



圖 2：各類器材二



圖 3：各類器材三



圖 4：各類器材四

「炭」索秘密

伍、研究過程與方法

一、比較木炭和快速炭的外觀、氣味、燃燒情形、燃燒狀況、燃燒結果

(一)仔細觀察木炭和快速炭外觀的不同並記錄下來

觀察重點：顏色、紋路、光澤、觸感

(二)觀察木炭與快速炭點火燃燒的情形，並紀錄彼此的異同

觀察重點：點火的難易度、火焰的大小、蔓延的情形

(三)觀察木炭與快速炭燃燒後的灰燼並比較其異同。



圖 5：快速炭



圖 6：木炭

二、探討木炭與快速炭密度的異同，加以分析討論

(一)取十塊木炭，分別編上 1~10 號。

(二)先利用電子天秤測量各個木炭的重量。

(三)再利用排水法測量各木炭的體積。

(四)將各個木炭的重量除以本身的體積即可得到密度。

(五)再將十個木炭的密度加以平均，得到平均密度。

(六)同步驟(一)~(五)測量快速炭的密度

(七)分析與討論木炭與快速炭密度的關係

三、探討不同木炭粉和漿糊比例對成形狀態的影響

(一)取不同比例的木炭粉和漿糊混合均勻

表 1：不同比例的木炭粉與漿糊

木炭粉(g)	50	48	45	40	30	20	15	12	10
漿糊(g)	10	12	15	20	30	40	45	48	50
木炭粉：漿糊	5：1	4：1	3：1	2：1	1：1	1：2	1：3	1：4	1：5

(二)將上述各個混合好的成分壓入 100ml 玻璃燒杯成形。

(三)取出成品，看看成形狀態的好壞。



圖 7：敲擊木炭

圖 8：進行木炭篩粉

圖 9：混合均勻

圖 10：壓製成膜

四、探討木炭粉和漿糊比例對耐壓情形的影響

(一)取各個不同比例的木炭粉和漿糊均勻混合後，分別壓入 100ml 玻璃燒杯，靜置成形

「炭」索秘密

表 2：耐壓測量時，不同比例的木炭與漿糊

木炭粉(g)	45	40	30	20
漿糊(g)	15	20	30	40
木炭粉：漿糊	3：1	2：1	1：1	1：2

(二)在各個成形的炭塊上面放置空水槽，然後在空水槽慢慢的加入水，直到炭塊崩裂為止，所加的水重即為炭塊的耐壓程度。



圖 11：耐壓測量法

五、查詢「可加速木炭燃燒的添加劑」的相關資料

- (一)上網查資料並找出資料中有關研究部分的重點，且列印下來。
- (二)上圖書館找出資料中有關研究的部分，並影印下來。
- (三)將上面中重點部分用紅筆標註。

六、固定漿糊重量，探討不同木炭粉和硝酸鉀比例對燃燒情形的影響

(一)固定漿糊重量，取不同比例的木炭粉和硝酸鉀混合均勻

表 3：漿糊固定、不同比例的木炭粉和硝酸鉀

漿糊(g)	12	12	12	12	12	12	12
木炭(g)	9.6	9	8	6	4	3	2.4
硝酸鉀(g)	2.4	3	4	6	8	9	9.6
木炭：硝酸鉀	4：1	3：1	2：1	1：1	1：2	1：3	1：4

(二)將混合好的炭粉壓入 100ml 玻璃燒杯成形後拿出來，乾燥以後，點火燃燒，觀察燃燒的情形。

(三)拿出另一組不同比例的炭塊，用卡式爐燃燒一分鐘後，放入烤肉網下。

(四)承(三)，將 60cc 的水倒入 100ml 的燒杯中，放在烤肉網上，分別測量不同比例的炭塊其溫度上升的情形。

七、探討相同成分比例、不同重量，對燃燒情形的影響

(一)將自製的快速炭成分依一定比例、不同重量壓入 100ml 玻璃燒杯，靜置成形

表 4：相同成分、不同重量的炭塊

重量倍數	1	2	3	4
漿糊(g)	12	24	36	48
木炭(g)	9	18	27	36
硝酸鉀(g)	3	6	9	12

(二)將各個成形的炭塊乾燥以後，點火燃燒，觀察燃燒的情形。

(三)拿出另一組不同比例的炭塊，用卡式爐燃燒五分鐘後，放入烤肉網下。

「炭」索秘密

(四)承(三)，將 60cc 的水倒入 100ml 的燒杯中，放在烤肉網上，分別測量不同比例的炭塊其溫度上升的情形。

八、探討相同成分比例、不同的洞數，對燃燒情形的影響

(一)取 12g 漿糊 9g 木炭 3g 硝酸鉀分別調配成八份一樣的炭塊，壓入 100ml 玻璃燒杯成形，並且分別打上一~八個不同個數的洞

(二) 將各個不同洞數的成形炭塊乾燥以後，用打火槍點火燃燒，觀察燃燒的情形。

陸、研究結果

一、比較木炭和快速炭的外觀、氣味、燃燒情形、燃燒狀況、燃燒結果

(一)快速炭的名稱：妙神炭（主要成分：無煙煤、木炭、添加劑）

(二)木炭與快速炭的比較結果

表 5：木炭與快速炭的比較

	木炭	快速炭
外觀	異： 形狀不規則，重量不一，有樹木的紋路，表面摸起來光滑，感覺很結實，顏色較黑。	異： 形狀一致，規格均為 125mm×125mm×45mm，重量為 550g，有 25 個孔洞（5 個×形孔洞、20 個○形孔洞），沒有紋路，表面摸起來粗糙，顏色灰黑色，角落上層有白點面（為點燃部位）。
	同： 主要成分是炭，沒有臭味。	同： 主要成分是炭，沒有臭味。
粉末採樣（用湯匙刮）	很難刮出粉末	輕易的就刮出細小粉末
點火情形	1.不易點燃。 2.我們利用酒精加速燃燒，不能單塊泡酒精，要多塊泡酒精集體燃燒，才能達到烤肉（正常燃燒）的狀態。	1.要點在特殊白點面部位。 2.標示燃燒時間與實際不符。（標示時間：一分半，實際時間：八分十七秒）
燃燒時	兩者無任何相異處	兩者無任何相異處
燃燒後	1.形狀會逐漸縮小。 2.灰燼顏色：灰白色	1.方形物體會逐漸崩裂粉碎。 2.灰燼顏色：土黃色



圖 12：計算完全燃燒時間



圖 13：快速炭完全燃燒



圖 14：木炭開始燃燒



圖 15：快速炭燃燒末期會崩毀

二、探討快速炭與木炭密度的異同，加以分析討論

(一)將木炭與快速炭放入水中時發現：木炭可以浮在水面上，而快速炭會沉入水中。

(二)木炭與快速炭密度的測量結果

表 6：測量木炭密度

木炭			
編號	重量(g)	體積(cm ³)	密度(D)
1 號炭	48.6	43.8	1.11
2 號炭	38.6	42	0.92
3 號炭	53.3	39.2	1.36
4 號炭	44.7	67.7	0.66
5 號炭	52.4	65.8	0.80
6 號炭	43.2	64	0.68
7 號炭	69.4	57.5	1.21
8 號炭	45.1	49.1	0.92
9 號炭	55	60	0.92
10 號炭	36.2	26.5	1.37
平均密度			0.94

表 7：測量快速炭的密度

快速炭			
編號	重量(g)	體積(cm ³)	密度(D)
1 號炭	66.9	51	1.31
2 號炭	34.3	10	3.43
3 號炭	47.5	7	6.79
4 號炭	21.3	8	2.66
5 號炭	18.3	16	1.14
6 號炭	16.7	8.5	1.96
7 號炭	23.9	16.9	1.41
8 號炭	24.6	17	1.45
9 號炭	29.5	24.5	1.20
10 號炭	20.2	13.8	1.46
平均密度			1.76

(三)由表 6、表 7 的結果可以發現：木炭

的平均比重為 0.94，比快速炭的平均比重 1.76 還輕。

(四)根據實驗結果推測：快速炭可能是把一般的木炭粉碎之後重新壓合製造而成，壓合的過程當中有添加幫助燃燒的藥劑，還有黏合的藥劑。



圖 16：溢出來的水要算準。



圖 17：仔細的紀錄數據下來



圖 18：利用電子天秤測量重量



圖 19：天秤要記得歸零喔！

三、探討不同木炭粉和漿糊比例對成形狀態的影響

(一)不同木炭粉與漿糊比例的成形結果

表 8：成形結果

碳：漿糊	總共 60g		軟硬程度與外觀
5：1	50g	10g	鬆散、像沙子、粉狀、不成形
4：1	48g	12g	稍微結塊，不成形
3：1	45g	15g	稍微鬆散，有成形
2：1	40g	20g	不太鬆散，有成形
1：1	30g	30g	不鬆散，有成形
1：2	20g	40g	有成形，有點軟
1：3	15g	45g	有點成形，很軟
1：4	12g	48g	有點成形，很軟
1：5	10g	50g	完全不成形，很軟

(二)從表 8 發現：三比一、二比一、一比一、一比二成形狀況比較好，以作為下個實驗的依據。



圖 20：五比一的情形



圖 21：四比一的情形



圖 22：三比一的情形



「炭」索秘密

圖 23：二比一的情形

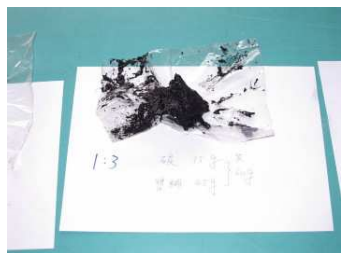


圖 24：一比一的情形



圖 25：一比二的情形



圖 26：一比三的情形

圖 27：一比四的情形

圖 28 一比五的情形

四、探討木炭粉和漿糊比例對耐壓情形的影響

(一)不同木炭粉和漿糊比例的耐壓結果

表 9：不同比例的耐壓結果

比例（碳：漿糊）	承受重量
3：1	710g
2：1	775g
1：1	7575g
1：2	1215g

(二)由表 9 發現：一比一耐壓結果最佳，作為下個實驗的依據。



圖 29：仔細壓模成形



圖 30：均勻混合攪拌



圖 31：均勻混合攪拌



圖 32：均勻混合攪拌

「炭」索秘密

五、查詢「可加速木炭燃燒的添加劑」的相關資料

表 10：查詢的資料

查詢資料來源	資料內容
	硝酸鉀
網址：無字天書 http://content.edu.tw/primary/nature/cy_dl/test/explore/explore11.htm	塗了硝酸鉀溶液的物體，可以使燃點降低。
網址：火藥兵器 http://vm.nthu.edu.tw/history/shows/show01/sung.siege/gunpowder-a01.html	將適量的硫磺與硝石(硝酸鉀)及木炭作混合，會有著火甚至爆炸的現象。
牛頓化學辭典	易燃，用於煙火、炸藥、火柴中。
貓頭應化學袖珍辭典	是一種強氧化劑，可用於槍砲發射藥中。

六、固定漿糊重量，探討不同木炭粉和硝酸鉀比例對燃燒情形的影響(總重量 24g)

(一)不同木炭粉和硝酸鉀比例點火、燃燒與溫度持續的情形

表 11：不同木炭粉和硝酸鉀比例點火、燃燒與溫度持續的紀錄

漿糊	木炭 + 硝酸鉀	木炭	硝酸鉀	木炭：硝酸鉀	燃燒情形敘述	溫度持續情形
12g	12g	2.4g	9.6g	1：4	燃燒很劇烈，一下子就全部燃燒完畢熄滅了，沒有什麼灰燼	高溫持續約 1 分鐘就冷下來了
12g	12g	3g	9g	1：3	一點火就迅速燃燒，迅速停止，表面燃燒劇烈，但是溫度並不持久	高溫持續約 1 分鐘多一點就冷下來了
12g	12g	4g	8g	1：2	燃燒很劇烈，燃燒時溫度很高，但是溫度不持久	高溫持續約 10 分鐘就冷下來了
12g	12g	6g	6g	1：1	燃燒之後木炭產生熱度，但是過一段時間就冷掉了	高溫持續約 20 分鐘多一點就冷下來了
12g	12g	8g	4g	2：1	快速的燃燒，會有少許火苗噴出，燃燒溫度高，會持續燃燒，但是不像 3：1 的那麼持久	高溫持續約 50 分鐘就冷下來了
12g	12g	9g	3g	3：1	一點火時，無法馬上燃燒，必須持續幾秒的點火才會燃燒，燃燒溫度很高很持久，此比例最像快速炭	高溫持續超過 2 小時
12g	12g	9.6g	2.4g	4：1	很不容易點燃，要點火很久才會開始燃燒，溫度不會很持久	高溫持續大約 1 個多小時



圖 33 一比四劇烈燃燒的情形



圖 34 一比三劇烈燃燒的情形



圖 35 一比二相當劇烈的燃燒

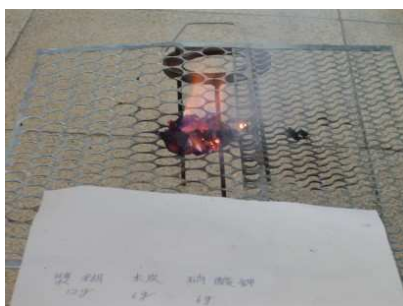


圖 36 一比一燃燒和緩許多



圖 37 二比一偏向悶燒狀態

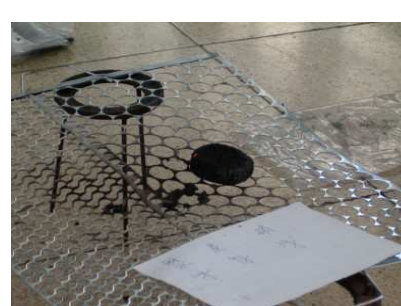


圖 38 三比一不容易看出燃燒狀態



圖 39：燃燒後的情形

(二) 不同木炭粉和硝酸鉀比例燃燒後溫度上升的情形

表 12：不同木炭粉和硝酸鉀比例燃燒後溫度上升的觀察紀錄

漿糊	木炭 + 硝酸鉀	木炭	硝酸鉀	木炭：硝酸鉀	時間 (分)										
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12g	12g	2.4g	9.6g	1 : 4	溫度 °C	33	34	34	34	34	34	34	34	34	34
						36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
						35	36	36	36	36	36	36	36	36	36
						35	36	37	37	37	37	37	37	37	37
						33	34	34	35	35	35	35	35	35	35
						32	33	34	35	36	36	36	36	36	36
						32	34	35	37	38	38	38	38	38	38
						32	34	35	37	38	38	38	38	38	38

◎ 實驗一開始的水溫為 31°C

- (三)由(一)的實驗結果，我們發現：燃燒持久性較佳的木炭粉與硝酸鉀比例為 2：1、3：1 與 4：1，雖然三者點火情形均不錯，但 2：1、3：1 的點火情形比 4：1 為佳。
- (四)由(二)的實驗結果，我們發現：溫度上升梯度較佳的木炭粉與硝酸鉀比例為 1：1、3：1 與 4：1。
- (五)綜合(三)、(四)的發現，木炭粉與硝酸鉀比例為 3：1 時的狀態最佳，可以作為下個實驗之依據。



圖 40：土法煉鋼測水溫法



圖 41：改良測量水溫的方式與儀器裝置

七、探討相同成分比例、不同重量，對燃燒情形的影響

(一) 相同木炭粉和硝酸鉀比例、不同重量的炭塊點火、燃燒與溫度持續的情形

表 13：相同木炭粉和硝酸鉀比例、不同重量的炭塊點火、燃燒與溫度持續的紀錄

漿糊 (g)	木炭 (g)	硝酸鉀 (g)	倍數	燃燒情形敘述	溫度持續情形
12	9	3	一倍	一點火時，無法馬上燃燒，必須持續一分鐘的點火才會燃燒	高溫持續約 2 個多小時
24	18	6	二倍	點火時間要持續一分鐘才會開始燃燒，燃燒速度普通，等到表面都燒完以後	高溫持續約 2 個多小時
36	27	9	三倍	燃燒有點緩慢，會燒一下，停一下，但還是會到達全體燃燒的狀態	高溫持續約 3 個小時
48	36	12	四倍	燃燒很緩慢，但是會慢慢的蔓延到炭塊整體，整體都達到燃燒狀態以後，溫度很高很持久	高溫持續約 3 個小時

(二) 相同木炭粉和硝酸鉀比例、不同重量的炭塊燃燒後溫度上升的情形

表 14：相同木炭粉和硝酸鉀比例、不同重量的炭塊燃燒後溫度上升的觀察紀錄

漿糊 (g)	木炭 (g)	硝酸鉀 (g)	倍數	時間 (分)											
				溫度 °C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
12	9	3	一倍	31	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
24	18	6	二倍	32	32	32	32	32	32	32	33	33	33	33	33
36	27	9	三倍	34	36	38	38	39	39	39	39	39	39	39	39
48	36	12	四倍	33	36	38	40	40	40	40	41	41	41	41	41

◎ 實驗一開始的水溫為 31°C

(三)由(一)的實驗結果，我們發現：燃燒持久性較佳的為重量三倍與四倍的炭塊，但點火情形較差。

(四)由(二)的實驗結果，我們發現：溫度上升梯度較佳的為重量四倍的炭塊。

(五)綜合(三)、(四)的發現，重量越重，溫度上升與持久性較佳，可以作為烤肉最佳的炭塊。



圖 42：4 種不同倍數的炭塊



圖 43：用卡式爐點火情形



圖 44：3 倍燃燒情形



圖 45：4 倍燃燒情形的近照



圖 46：3 倍燃燒情形的近照



圖 47：觀察倍數增加的燃燒情形

七、探討相同成分比例、不同的洞數，對燃燒情形的影響

「炭」索秘密

(一) 相同成分比例、不同洞數的炭塊點火與燃燒的情形

表 15：相同成分比例、不同洞數的炭塊點火與燃燒的紀錄

漿糊 (g)	木炭 (g)	硝酸鉀 (g)	洞的個數	燃燒情形敘述
12	9	3	1	蔓延速度很緩慢，約需 15 分鐘才會整體燃燒
			2	蔓延速度很緩慢，約需 15 分鐘才會整體燃燒
			3	火苗延伸速度有稍微快一點，約需 10 分鐘才會整體燃燒
			4	跟三個洞的差不多，約需 10 分鐘才會整體燃燒
			5	延燒速度普通，不會說很慢也不會很快，約需 7 分鐘才會整體燃燒
			6	比五個洞的快一點，約需 4 分鐘才會整體燃燒
			7	跟八個洞的差不多，約需 2 分鐘才會整體燃燒
			8	蔓延的速度最快，分布最均勻，約需 2 分鐘才會整體燃燒

(二)由表 15 發現：洞數越多(如八個洞)，蔓延到整體通紅發熱的時間最短，分布最均勻。



圖 48：打一個洞



圖 49：打二個洞



圖 50：打三個洞



圖 51：打四個洞



圖 52：打五個洞



圖 53：打六個洞



圖 54：打七個洞



圖 55：打八個洞



圖 56：成形晾乾中

柒、討論

一、快速炭用湯匙就可以輕易刮出粉末且放入水裡會崩解，推測快速炭可能是把炭磨成粉末，再加入弱性黏著劑重新壓合而成的。

「炭」索秘密

- 二、木炭會浮在水上，所以當我們利用排水法的時候，要用針把木炭推到水裡，減少誤差。
- 三、測量快速炭密度時，編號 3 之快速炭因誤差較大，故平均值捨去。
- 四、攪拌的時候最好攪拌到快要乾的時候再壓到 100ml 燒杯內成形，比較容易成功。
- 五、壓模成形的時候，最好墊一層塑膠袋，脫模比較方便。
- 六、如果壓好成形的炭塊沒有乾燥完全，會有發霉的現象(如圖 57)，是因為漿糊是屬於天然的碳水化合物，另外，我們也發現硝酸鉀的比例越高，發霉的機率越低，這是因為硝酸鉀是一種殺菌劑，所以可以用在肉類食物的保存上。
- 七、選擇硝酸鉀當作助燃劑具有便宜，容易取得的優點。
- 八、硝酸鉀的含量比例越高，燃燒越劇烈，也越容易點燃。木炭比例越高越不容易點燃。
- 九、製作出來的炭塊有時較不容易點燃，我們推測可能是攪拌不平均，或是炭塊的內部未乾燥，也有可能是漿糊使碳粉形成保護膜。
- 十、若直接用酒精溫度計測量燃燒中的炭塊溫度時，溫度上升劇烈，酒精溫度計會爆炸較危險，故利用燒杯裝水加熱，間接測量溫度變化。
- 十一、成分比例一旦適合，倍數增加會有燃燒變慢的趨勢，可能是乾燥不易，或許可以用打洞的方式改善。
- 十二、洞的數目越多，乾燥的時間越短，且燃燒時與空氣接觸的面積越廣，故燃燒蔓延的時間也更快速。



圖 57：發霉的炭塊 (木炭：硝酸鉀=4：1)

捌、結論

在此次的實驗過程中，我們發現比例的調配是相當重要的一個部分，必須配到剛剛好，才可以讓我們製作出來的炭塊同時具有點火時容易，燃燒後很持久的特性。也了解到一種新商品的研究與開發是相當的不容易，必須要盡善盡美才可以受到消費者的青睞。所以我們在享受生活科技便利的時候，不要忘記幕後有一群默默的科學家或是研究人員，為了人類生活的便利而奮鬥。

玖、參考資料及其他

- 一、牛頓出版股份有限公司(民 78)。牛頓化學辭典 (初版 15 刷)，p442。台北市，牛頓出版股份有限公司。
- 二、John Daintith 編：寧國杰等譯 (民 84)。貓頭應化學袖珍辭典 (初版)，p307。台北市，貓頭應。

「炭」索秘密

三、無字天書

http://content.edu.tw/primary/nature/cy_dl/test/explore/explore11.htm

四、火藥兵器與使用

<http://vm.nthu.edu.tw/history/shows/show01/sung.siege/gunpowder-a01.html>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

081523

「炭」索秘密

高雄縣鳳山市正義國民小學

評語：

嘗試將木炭磨成粉並添加黏著劑及助燃劑，將其重新混合為一組合之碳塊，並測試其燃燒之效果，惜未能獲致加速燃燒之效果，應可就易燃之物質(如奈米材料)多收集此資料及燃燒時之表面積再予加強，改善燃燒之速率。