吹不熄的蠟燭

高中組　第三名

縣　市：屏東縣

校　名：屏東女中

作　　者：蔡惠君、鄭清華

　　林欣怡、林玉美

指導老師：劉嘉欽

本姑娘姓林名欣怡，出生於1983年的純樸小鎮－潮州，從小受到父母的影響，就對於科學方面的事性感到很有興趣，上了高中之後，更是抓住校內限有的儀器展開了科展研究，不比都市小孩有著精密的大學儀器及教授指導，憑著自己雙手，理念，創造個不平凡的自我，獲得全國科展的殊榮，替自己的高中生活揮灑了幾抹色彩，在此也要特別感謝指導的劉嘉欽老師，及協助我們的各處室主任及老師。

我－鄭清華，生於鄉下，高一時爸媽希望我能與姊姊相同，讀社會組，因而高一的時候我念了社會組，但經一年的苦讀，發現本姑娘志不在此，因而毅然決然的轉到自然組。所以才會與一群好友一起作科展，今天才會有這件作品出來。

林玉美，今年十七歲，就讀國立屏東女中二年級，出生於屏東一個純樸的小村莊，興趣是排拼圖、看卡通、DIY。將來想做一個全能的修理工人，甚至能自己組裝東西，小至玩具，大至家電用品。

我是個生性活潑好動，熱愛這世界一切的小女子，名叫蔡惠君，對這世界充滿好奇與希望。希望世界和平，地球愈來愈乾，希望不要再發生大地震，希望自己能考上大學，將英文學好然後自助旅行去，希望爸媽身體健康且賺很多錢給他們，最後更希望能釣到有錢且又帥的白馬王子。

關鍵詞：吹不熄的蠟燭

一、研究動機

近年來，常流行一些整人的玩具，像是「吹不熄蠟燭」，在前些時候即被拿來在生日會上整人，無論壽星怎麼吹都吹不熄，「吹不熄蠟燭」的成分是什麼呢？到底是什麼因素造成蠟燭吹不熄呢？ 我們想做進一步的研究與探討。

二、研究目的

1.分析及了解吹不熄蠟燭的成分、結構與組成。

2.了解蠟燭吹不熄的原因。

3.吹不熄蠟燭的製作及影響因素的探討。

三、實驗藥品與器材

1.藥品：HNO3、HCl、NaOH、NH4I、CH3CSNH 2、NH4Cl、(NH4) 2 S、 (NH4)2CO3、Na2HPO4、正己烷、氨水、 鎂粉、鋅粉、鋁粉、鐵粉、碳粉、硫粉、硝酸鉀。

2.器材：酒精燈、三腳架、石棉心網、燒杯、電子天秤、烘箱、普通蠟燭、紗布、毛線、棉線、棉花、試管、吸管、膠帶、火柴、衛生紙、吹不熄蠟燭、離心機、游標尺、石蕊試紙、滴管、剪刀、美工刀。

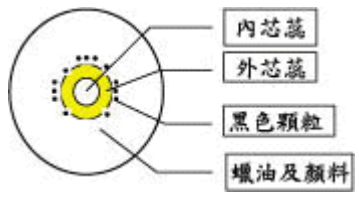
四、實驗過程

<A>吹不熄蠟燭的結構及組成分析

(一)蠟燭的結構分析：

1.方法:以刀子將蠟燭剖開後，觀察其主要結構組成。

2.結果:



3.討論:

(1)吹不熄蠟燭的芯蕊部分與一般蠟燭不同，多了一層由棉線編織的網狀圓筒形緊密結構，即蠟燭結構中外芯蕊的部分。

(2)吹不熄蠟燭的蠟油部分也與一般蠟燭不同，多了一層黑色顆粒狀的物質，均勻地散佈於芯蕊的周圍，即蠟燭結構中黑色顆粒的部分。

(二)蠟燭中各成份的分離及定量

實驗一

實驗一芯蕊部份的分離及定量

1.方法：將市售蠟燭用刀子切開後，取出芯蕊部份，再將內芯蕊抽出分離，稱重定量之。

2.結果:

樣品	總重（g）	內芯蕊		外芯蕊	
		質量(g)	(%)	質量(g)	(%)
藍色蠟燭	1.240	0.078	6.3	0.051	4.1
黃色蠟燭	1.120	0.061	5.5	0.048	4.3
紅色蠟燭	1.170	0.070	6.0	0.043	4.0

實驗二

實驗二蠟油部份的分離及定量

1.方法:

(1)將<實驗一>芯蕊分離後剩餘的蠟油部份，以正己烷加熱溶解後，收集沉澱於底部的黑色顆粒，烘乾後秤重定量之。

(2)再將溶液中懸浮的顏料及溶解之蠟油，以離心法分離，烘乾後秤重定量之。

2.結果

樣品	總重（g）	黑色物質		顏　料		蠟　油	
		質量(g)	(%)	質量(g)	(%)	質量(g)	(%)
藍色蠟燭	1.240	0.009	0.8	0.013	1.1	1.088	87.7
黃色蠟燭	1.120	0.005	0.5	0.040	3.6	0.965	86.2
紅色蠟燭	1.170	0.011	0.9	0.062	5.3	0.984	84.1

(三)黑色顆粒定性分析

想法：吹不熄蠟燭中所含的黑色顆粒，對蠟燭是否吹不熄的影響甚巨，故我們想做進一步的分析，了解它的化學成份。

實驗一黑色物質預備試驗

1.測試方法及觀察結果：

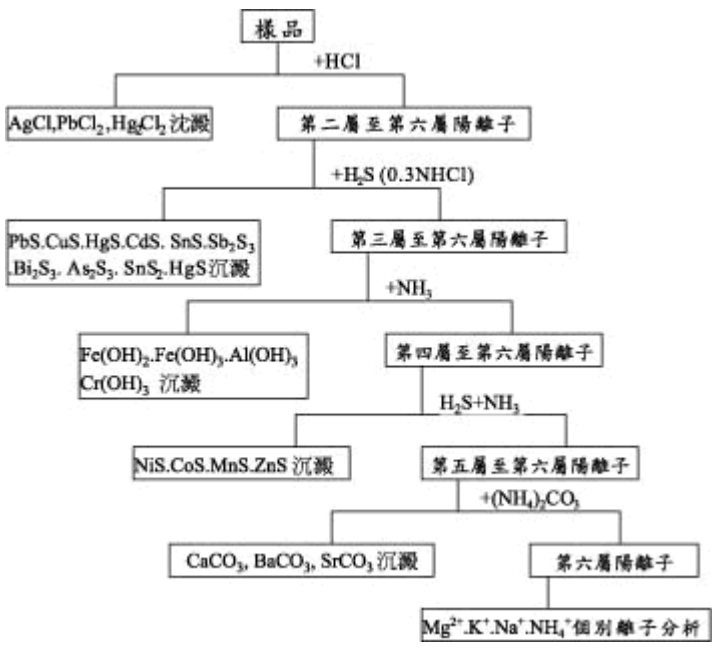
試驗		測試方法	觀察結果
物性	1	樣品加入蒸餾水溶解	不溶於水，且沉於水底
	2	樣品加入酒精、丙酮、CCl4溶解	不溶於有機溶劑中
	3	置於坩鍋中，利用酒精燈加熱	無法使其熔化，且不分解
化性	4	直接用火加熱	燃燒且產生白光
	5	置於坩鍋中，以瓦斯燈加熱	燃燒後產生白色的氧化物
	6	燃燒後氧化物加水溶解，並以石蕊試紙檢驗	石蕊試紙由紅變藍
	7	樣品加入稀鹽酸	溶解且產生氣泡

2.討論：由1～7試驗，此物質的密度>水，不溶於水或有機溶劑中，且熔點高，加入稀鹽酸可溶解，高溫時可燃燒，且其氧化物溶於水生成鹼性物質，由此綜合判斷此物質可能爲金屬物質，須進一步分析其所含的金屬成份。

驗二

實驗二黑色顆粒定性分析

1.方法：將黑色顆粒以硝酸溶解後，依下列金屬陽離子分析流程表分析之。



2.分析結果：由以上金屬陽離子分析證實黑色顆粒爲鎂的成份。

<B>蠟燭吹不熄的成因探討：

實驗一吹不熄的成因分析

1.方法：將市售吹不熄蠟燭各成份分離後，再依下表之組合方式，重新製成蠟燭。再分析新製蠟燭燃燒的現象，以進一步了解何種成份是造成蠟燭吹不熄的主因。

2.結果 :

試驗	蠟油	顏料	鎂粉	內芯蕊	外芯蕊	復燃率	觀察結果
1	V	V	V	V	V	80.0%	產生火花後復燃。
2		V	V	V	V	13.3%	同上,但復燃現象較不明顯。
3	V		V	V	V	73.3%	產生火花後復燃。

4	V	V		V	V	0.0%	芯蕊仍有餘燼不久後熄滅。
5	V	V	V		V	73.3%	產生火花後復燃。
6	V	V	V	V		46.7%	產生火花後復燃。

註 ：V：表示有此成份，_：表示無此成份

3.討論：綜合以上分析可知蠟油、鎂、外芯蕊是造成蠟燭吹不熄的主因，顏料、內芯蕊則對蠟燭的復燃影響不大。

實驗二

實驗二吹不熄蠟燭的粗製及反應

想法：雖然我們已將吹不熄蠟燭的主要成分及比例分析出來，但是否只要　　按照分析的結果配製就能做出吹不熄的蠟燭呢.？我們想動手試試看，並觀察其中的奧祕。

1.方法：

(1)配方比例如下：

蠟　油(g)	鎂的量(g)	芯　蕊(g)	總　重(g)
0.970 (84.4%)	0.009 (0.8%)	0.170 (14.8%)	1.149 (100%)

(2)蠟燭的製作方法:

a.取一條棉線，先均勻地沾上一層蠟油，乘蠟油尚未完全凝固前，沾上已秤好的鎂粉；然後再將此芯蕊置入蠟油中，隨後趕緊抽出方可形成保護層，防止金屬粉末脫落。

b.把蠟油灌入蠟燭模具中，待其溫度稍降，再將沾上鎂粉芯蕊放置模具中央，蠟油凝固後取出蠟燭。

2.結果：燭火吹滅後, 芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃,但復燃率只有46.67%。

3.討論:

(1)將自製的蠟燭吹熄後亦可冒出火花復燃,由此可驗證復燃蠟燭分析的主要成份是正確的。

(2)在實驗中發現，將燭火吹滅後，芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。由此推斷吹不熄的蠟燭會復燃的原因應該是：燭火吹滅後，芯蕊的餘燼繼續燃燒，點燃了沾附在芯蕊附近的鎂粉，鎂粉產生的火花後使蠟燭復燃。

<C>吹不熄蠟燭的自製及改良

實驗一芯蕊的編織方法

想法：由前面的分析結果可知，外芯蕊特殊的棉線編織方式，可能是影響蠟燭復燃的重要因素，故我們想以不同的芯蕊編法來改變蠟燭芯蕊的緊密度，觀察其對蠟燭復燃的影響。

1.方法及結果：

編號	編織法	編織密度	長度(mm)	蠟燭直徑(mm)	芯蕊直徑(mm)	燭重(g)	復燃率(g)
1	十字交疊法	大	50	5	2.5	0.011	76.0
2	環繞法	中	50	5	2.5	0.011	73.0
3	編手法	小	50	5	2.5	0.011	43.7
4	直線法	最小	50	5	2.5	0.011	40.5

2.討論：由此實驗可知芯蕊編織愈緊密，燭火吹滅後餘燼愈難熄滅，復燃效果愈好。因實驗中以十字交疊法的復燃效果最好，因此往後的實驗均以此法編織芯蕊。

實驗二

實驗二鎂量之影響

1.方法：取直徑、長度相同(直徑2.5mm、長50mm)的芯蕊，沾上不同量的Mg，燃燒觀察之。

2.結果:

試驗	所沾Mg的量(g)	復燃率(%)	觀察現象
1	0.002	25	餘燼燃燒一段時間後，才熄滅。
2	0.005	70	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
3	0.008	72	
4	0.011	76	
5	0.014	71	
6	0.024	50	會產生黑煙。

3.討論：由以上實驗可知鎂粉用量過少或過多都會使蠟燭的復燃率降低，鎂粉用量在0.011g左右其復燃率較高。

實驗三

實驗三芯蕊的粗細

1.方法：就《實驗一》以"十字交疊法"的編法，改變芯蕊的粗細，進一步探討芯蕊粗細對蠟燭復燃的影響。

2.結果：

實驗	蠟燭直徑(mm)	芯蕊直徑(mm)	長度(mm)	鎂重(g)	復燃率(%)
1	5	1.25	50	0.011	0.0
2	5	2.10	50	0.011	26.7
3	5	2.50	50	0.011	76.0
4	5	2.65	50	0.011	60.0
5	5	2.80	50	0.011	46.7
6	5	3.10	50	0.011	40.0
7	5	3.40	50	0.011	40.0
8	5	3.70	50	0.011	33.3

3.討論：

(1)由實驗1、2可知，芯蕊太細時，會導致復燃率變低。這可能是因爲芯蕊太細時，餘燼較易熄滅，因而導致復燃率變低，甚至不復燃。

(2)由實驗4~8可發現，芯蕊越粗時，也會導致復燃率變低。這可能是因爲芯蕊越粗時，單位面積的芯蕊上所沾的鎂量越少，因此造成復燃率低。

(3)綜合以上結果可知，芯蕊直徑2.5mm左右復燃效果最好。

實驗四

實驗四蠟燭粗細的影響

想法：在〈B〉部分的《實驗一》中，我們發現蠟油對蠟燭的復燃也有影響。因此想改變蠟燭的粗細。

1.方法：取五組不同大小的模具，製作五種不同粗細的蠟燭，觀察其吹熄後復燃的現象。

2.結果:

試驗	蠟燭的直徑 (mm)	芯蕊的直徑 (mm)	加入Mg重 (g)	復燃率(%)
A	15	2.5	0.011	12
B	11	2.5	0.011	14
C	7	2.5	0.011	58
D	5	2.5	0.011	76
E	4	2.5	0.011	90
F	3	2.5	0.011	98

3.討論：在實驗中發現蠟燭的復燃率與蠟燭的粗細有關，蠟燭越粗復燃率越低，蠟燭直徑在3mm時復燃率最高。

實驗五

實驗五改變芯蕊材質

想法：蠟燭所使用的棉線，因其易吸蠟油，且易燃燒，所以被用來當芯蕊。倘若使用其他材質是否亦可復燃。

1.方法：

(1)取一些衛生紙、棉花、紗布（將它們卷成細條狀）、木棒及毛線。

(2)分別沾上鎂粉後，再製成蠟燭。

2.結果：

芯蕊材質	芯蕊直徑 (mm)	長度 (mm)	鎂含量 (g)	復燃率 (%)	燃燒現象
衛生紙	2.5	50	0.011	70.0	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
棉花	2.5	50	0.011	74.0	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
紗布	2.5	50	0.011	74.0	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
毛線	2.5	50	0.011	0	餘燼很快熄滅，不會復燃。
木棒	2.5	50	0.011	0	餘燼很快熄滅，無火花，不吹就熄滅。

3.討論：

(1)毛線雖是易燃燒的材質，但當火熄滅後餘燼很快地也跟著熄滅，造成鎂來不及燃燒，故不會復燃。

(2)木棒因不易吸蠟油,所以燃燒一會,不吹就熄滅。可見要當蠟燭芯蕊材質須要有易吸蠟油的特性才可。

(3)衛生紙、棉花、紗布等具有毛細現象的材質都有不錯的復燃效果。

實驗六改變添加的金屬物質

想法：鎂燃燒會有火花，是造成蠟燭復燃的關鍵，而其他金屬粉末是否也有相同的現象呢？因此我們想取活性與鎂相似的金屬代替之。

1.方法：取三條粗細、長短一致的棉線，分別在上面沾上鋅粉、鋁粉、鐵　　粉後製成蠟燭。

2.結果：

	芯蕊直徑 (mm)	長度 (mm)	金屬含量 (g)	復燃率 (%)	燃燒現象
鋅粉	2.5	30	0.011	0	吹熄後會有燃燒，且冒白煙，但不會有火花，最後不復燃。
鋁粉	2.5	30	0.011	0	
鐵粉	2.5	30	0.011	0	

3.討論：鋅粉、鋁粉、鐵粉等金屬粉末較不易燃燒，不會產生復燃現象。

實驗七

實驗七助燃劑的添加

想法：若在蠟燭中添加能產生氧氣的助燃劑(如KNO3)，是否有助於蠟燭的復燃？

1.方法：將編好之芯蕊，放入飽和KNO3水溶液中浸泡後取出，再將水份　　烘乾除去，最後再按前述製作蠟燭的方法製成蠟燭。

2.結果:

樣品	Mg量(g)	復燃率(%)	觀察結果
未添加KNO3	0.011	76	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
添加KNO3	0.011	0	燭火較旺盛，但吹熄後無法產生火花後復燃。

3.討論：添加KNO3助燃劑，可使蠟燭燃燒較旺盛，但反而會使復燃率降低。

實驗八

實驗八鎂粉中加入其他添加劑

想法：若取火藥的成份硫、碳、鋅、KNO3粉末與鎂混在一起復燃率是否會更高？此外鐵在高溫下燃燒也會產生火花，因此試想若添加鐵是否有助復燃？

1.方法：取五種不同的粉末物質Fe、S、Zn、C、KNO3 (各0.001g)分別與Mg(0.011g) 混合，製成A、B、C、D、E五支蠟燭燃燒觀察。

2.結果:

	Mg	Fe	S	Zn	C	KNO_3	復燃率(%)	燃燒現象
A	✓	✓	×	×	×	×	32	芯蕊仍有餘燼冒白煙，且產生火花後復燃。
B	✓	×	✓	×	×	×	0	燃燒時有臭味，且燃燒一下就熄滅。
C	✓	×	×	✓	×	×	6	燃燒會冒出黑煙，且燃燒易熄滅。
D	✓	×	×	×	✓	×	0	並有復燃，燃燒燃燒一陣時間才熄滅且會產生黑煙。
E	✓	×	×	×	✓	✓	20	燃燒燃燒一陣時間才熄滅且會產生黑煙。

註："✓"表有添加" "表無添加。

3.討論：鎂粉中加入Fe、S、Zn、C、KNO3等物質，不但會因燃燒不完全產生黑煙，且無法增加復燃率。

五、結論

1. 1.經過許多不同的分析方法的嘗試,我們找出了吹不熄蠟燭定量和定性分析的流程及方法,並做了三隻不同顏色的蠟燭分析。

   2.我們分析了三種不同顏色的吹不熄蠟燭,發現蠟燭中含有蠟油、顏料、鎂粉、內芯蕊、外芯蕊等五種主要成分； 同時我們也已將各成分的重量比例分析出來。

   3.由實驗中我們發現蠟油、鎂粉、外芯蕊是造成蠟燭吹不熄的主因，顏料、內芯蕊則對蠟燭的復燃影響不大。我們按照分

析結果,自行配製吹不熄蠟燭,發現的確可使蠟燭復燃。

4.我們在吹不熄蠟燭分析實驗中瞭解,蠟燭吹不熄的原因爲：燭火吹熄後，芯蕊的餘燼繼續燃燒，點燃了沾附在芯蕊附近的鎂粉，鎂粉產生的火花使蠟燭復燃。

5.在改變芯蕊的材質實驗中我們發現，芯蕊需使用具有毛細現象的材質，才能使蠟燭復燃。

6.我們在實驗中也發現,蠟燭的粗細，會影響蠟燭復燃，越粗復燃率會越低。芯蕊的粗細也對蠟燭的復燃影響甚鉅，芯蕊直徑太粗或太細均會造成復燃率下降，芯蕊直徑2.5mm左右復燃率最高。

7.在改變不同芯蕊編織方式實驗中我們發現，芯蕊編織愈緊密，燭火吹滅後餘燼愈明顯，復燃效果愈好。

8.在實驗中我們也發現,鎂粉含量對蠟燭復燃影響很大，太多或太少均會使復燃率下降，含量在0.011g左右時其復燃效果最好。

9.在改變不同金屬材質的實驗中我們也發現，使用其他金屬粉末(鐵、鋅、鋁)因其不易燃燒，無法代替鎂粉製成吹不熄的蠟燭。

10.在加入助燃劑實驗中可知，加入KNO3助燃劑，只能使蠟燭燃燒更旺盛，但無法提高復燃率。在加入其他添加劑的實驗中發現,在鎂粉中添加硫、碳、鋅粉、鐵粉、硝酸鉀等物質對於蠟燭的復燃並無明顯的幫助。

六、參考資料：

1.分析化學，林洪志 著

2.化學元素王國之旅 ，艾金斯 著

3.趣味科學叢書－青少年工藝製造日用品範本，全藏書局印行

4.自然科學知識文庫－科學實驗，北一書局出闆社印行

5.高中化學第一冊、第三冊，國立編輯館

6.科學遊戲大圖鑑，津田妍子 著

評語

此作品研究”吹不熄蠟燭”的組成，以各種分離方法及實驗找出其關鍵成分爲鎂的金屬粒子，並模仿吹不熄蠟燭的製作方式，自行製作出更具效力的產品。此作品表現出研究學生極佳化學分析能力，所研究題目極具興趣，實驗做得很完整

回到目錄頁file:///D:/高中html/Index.htm