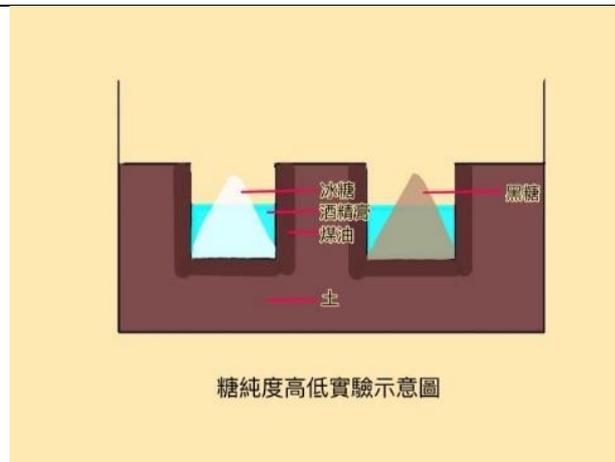


2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中 (職) 組 成果報告表單

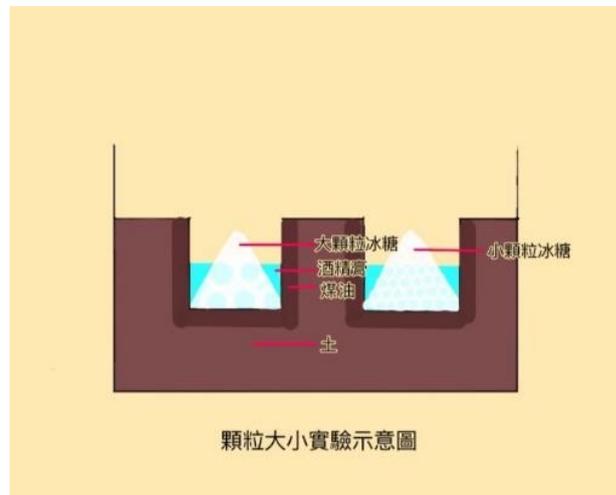
題目名稱：白糖成「素貞」？解密其乾坤
一、摘要：
我們以探究實作課程時做的黑蛇實驗作為此次實驗的基礎，再延伸出和蔗糖含量高的糖顆粒大小做黑蛇長度的比較，發現顆粒較小的糖會長的比顆粒大的糖以及蔗糖含量高的糖長，因此，顆粒小的糖所產生的黑蛇長度為最好。
二、探究題目與動機
在高二上學校的探究與實作課程時，因為在網路上看到一個有趣的實驗，而它的現象是將糖跟小蘇打混合燃燒之後會產生一種黑色混合物，形變成一條很長的東西...。所以，我們想要實驗看看，網路上的結果[蔗糖的含量會影響黑蛇的長度]是否屬實，但是，當我們做完實驗後，卻發現「我們實驗的結果跟我們的參考資料是完全相反的」！對此，我們開始臆測有沒有可能是因為顆粒大小而決定黑蛇的長度呢？當時雖抱持了這個疑問，卻沒有即刻往下做...，直到寒假時，巧遇了這一次的科學競賽後，激發了我們欲完成未思考完畢的研究魂，因此，才決定將這個問題放到這一次的比賽當中，進行一次深入的探討。
三、探究目的與假設
(一)目的： 比較「糖的顆粒對黑蛇長度的關係」和「糖的純度對黑蛇長度的關係」兩組實驗結果，到底「糖的顆粒大小」和「糖的含量(純度)」誰是影響黑蛇長度的主要變因？
(二)假設： 1. 「糖的顆粒大小」對「黑蛇長度」會產生影響，並有其模型概念。 2. 「糖的含量(純度)」對「黑蛇長度」會產生影響，並有其模型概念。 3. 「糖的顆粒大小」較「糖的含量(純度)」對「黑蛇長度」產生影響較大。
四、探究方法與驗證步驟
(一)探究方法 1.理論探究方法 (1)理論模型臆測： A. 「糖的含量(純度)」對「黑蛇長度」會產生影響的圖示模型。



糖純度高低實驗示意圖

[純度高低實驗示意圖]

B. 「糖的顆粒大小」對「黑蛇長度」會產生影響的圖示模型。



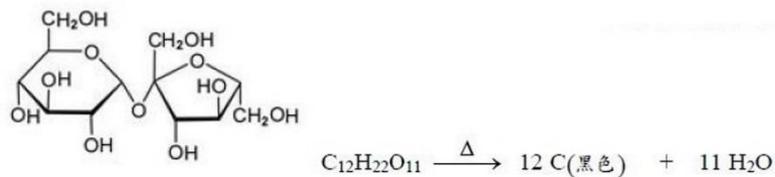
顆粒大小實驗示意圖

[顆粒大小實驗示意圖]

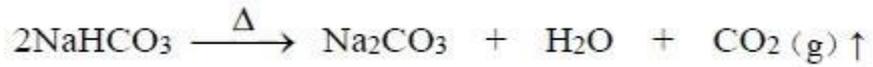
(2)文獻變因分析：

A. 在這一次的實驗當中我們是以蔗糖為主要成分的食用糖，根據純度的由高到低又分為：蔗糖（100%）、冰糖（99.9%）、白砂糖（99.5%）、綿白糖（97.9%）和赤砂糖（也稱紅糖或黑糖）（89%）。由我們查找的實驗資料(詳情見參考資料)中可以純度推知越高的糖作用後的長度越長。

B. 實驗所用的糖，成分是蔗糖（sucrose）。蔗糖的分子式 $C_{12}H_{22}O_{11}$ ，結構如下圖所示。蔗糖在高溫時，並不會熔解，在 $186^{\circ}C$ 時分解出黑色的碳和水，可得知黑蛇的成分是由碳和水組成的(見下圖)。



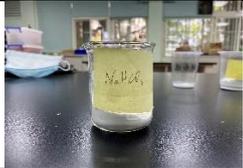
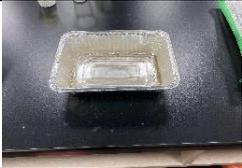
C. 因此，本實驗加熱以蔗糖製成的糖，就會分解出黑色的碳。而小蘇打（ $NaHCO_3$ ）扮演的角色是：受熱時分解出二氧化碳氣體，使得黑色的碳變得蓬鬆，因此體積就脹大了很多(見下式)，在此實驗中這個就是成長的關鍵



D. 顆粒大小燃燒會影響產生的碳顆粒大小（在相同重量下，顆粒大比顆粒小顆粒數目較少），使小蘇打燃燒所產生的二氧化碳讓顆粒較小數目較多更加的膨鬆，這也就是我們預測中最主要使用的理論

2. 實驗探究方法

(1) 器材裝置：

品名	小蘇打粉	鋁箔盒	杯子	湯匙
規格	40g	9.5g	塑膠杯	塑膠製 or 鐵製
數量	1	4	8	4
照片				
品名	酒精膏	煤油	尺	砂石
規格	650ml	330ml	15cm	500g
數量	1	1	1	1
照片				
品名	電子秤	打火機/滴管	冰糖(分粗/細)	黑糖
規格	Max600g/d=0.01g	日常型/3ml	各 20g	20g
數量	1	1	1	1
照片				

(2) 關鍵實驗設計：

- A. 探討不同純度的糖對黑蛇長度的影響
- B. 探討不同顆粒大小的糖對黑蛇長度的影響
- C. 比較高純度的糖與小顆粒的糖對黑蛇長度的影響

(3) 環境需求：在通風環境操作，煤油氣體有劇烈氣味[見下圖]。



[黑蛇燃燒產生示意圖]

(二) 驗證步驟

1. 實驗各項變因：

(1) 操縱變因：糖的顆粒大小、糖的純度

(2) 控制變因：使用的糖皆來自台糖，每個鋁箔盒中皆裝 500g 的砂石，每個凹坑固定控制在直徑 4cm、深度 1.5cm，每次實驗前皆須將凹坑旁砂石壓平，每個凹坑中固定只加 9ml 的煤油、五分滿的酒精膏。

(3) 應變變因：長度的分析，使用直尺進行數據採樣，搭配 Excel 進行製圖。

2. 實驗操作步驟：

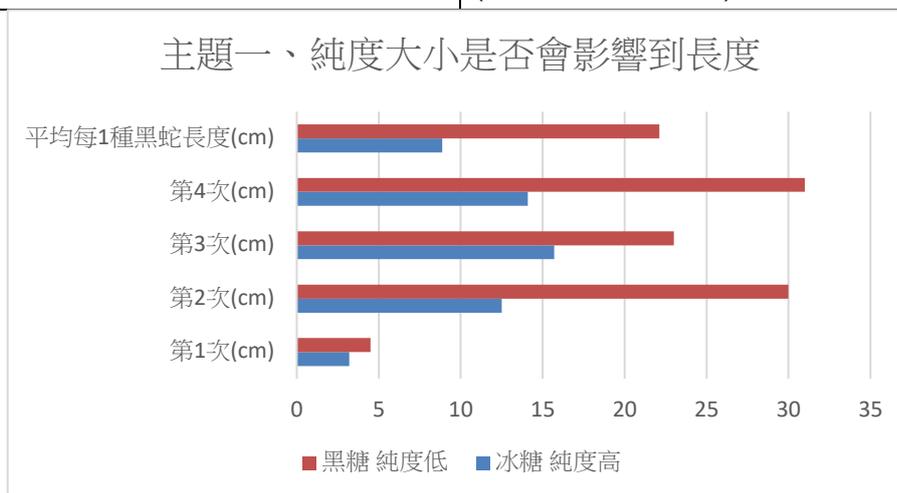
步驟主題	第一步驟	第二步驟	第三步驟	第四步驟	第五步驟	第六步驟
						
主題一	將鋁箔盒置於桌面上	將泥土添加置鋁箔盒一半處，在泥土上挖兩個直徑 4 公分深 1.5 公分的洞	兩個凹洞中各加入 9 毫升的煤油	於煤油上方加入五分滿的酒精膏	倒入高純度的尖錐性狀冰糖以及低純度的尖錐形狀黑糖	用打火機在凹洞周圍的煤油處點火
主題二	將鋁箔盒置於桌面上	將泥土添加置鋁箔盒一半處，在泥土上挖兩個直徑 4 公分深 1.5 公分的洞	兩個凹洞中各加入 9 毫升的煤油	於煤油上方加入五分滿的酒精膏	再於酒精膏上方各倒入細顆粒的尖錐性狀冰糖以及粗顆粒的尖錐形狀冰糖	用打火機在凹洞周圍的煤油處點火
主題三	將鋁箔盒置於桌面上	將泥土添加置鋁箔盒一半處，在泥土上挖兩個直徑 4 公分深 1.5 公分的洞	兩個凹洞中各加入 9 毫升的煤油	於煤油上方加入五分滿的酒精膏	再於酒精膏上方各倒入細顆粒的尖錐性狀冰糖以及低純度的黑糖	用打火機在凹洞周圍的煤油處點火

3. 數據分析:

(1) 表格和圖表結合分析:

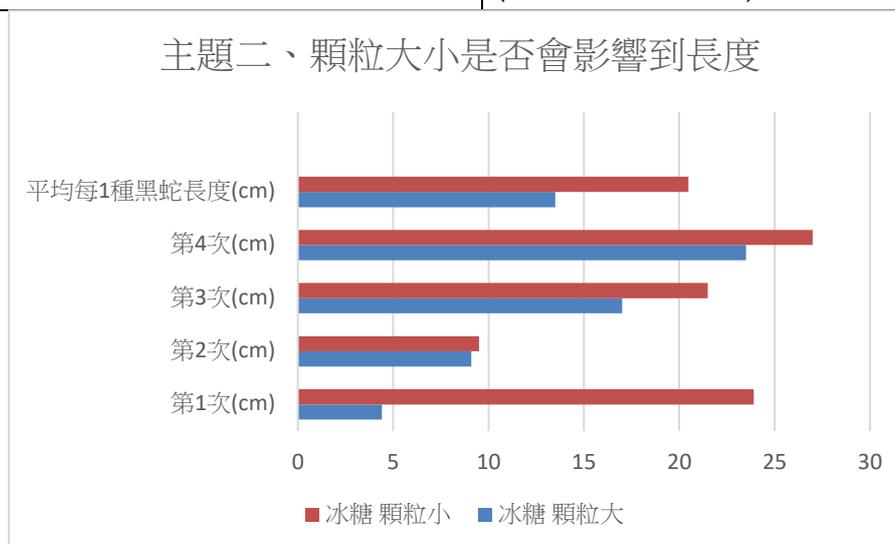
A.主題一、冰糖 vs 黑糖 (純度高/低)

實驗次數	純度高/純度低
第 1 次(cm)	3.2/4.5
第 2 次(cm)	12.5/30
第 3 次(cm)	15.7/23
第 4 次(cm)	14.1/31
平均每 1 種黑蛇長度(cm)	8.875/22.125 (長者進入主題三比較)



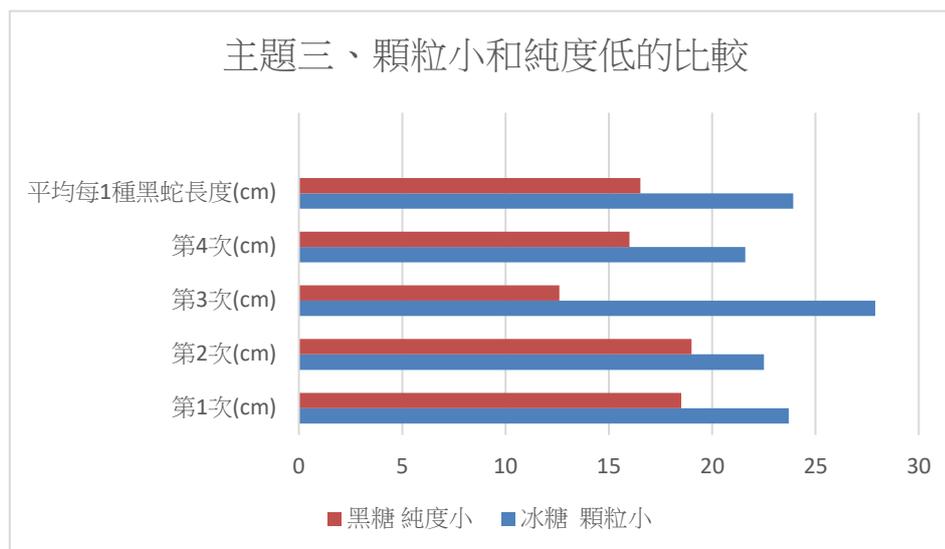
B.主題二、冰糖 vs 冰糖 (顆粒大/小)

實驗次數	顆粒大(冰糖)/顆粒小(冰糖)
第 1 次(cm)	4.4/23.9
第 2 次(cm)	9.1/9.5
第 3 次(cm)	17/21.5
第 4 次(cm)	23.5/27
平均每 1 種黑蛇長度(cm)	13.5/20.475 (長者進入主題三比較)



C.主題三、冰糖 vs 黑糖 (顆粒小/純度小)

實驗次數	顆粒小(冰糖)/純度小(黑糖)
第 1 次(cm)	23.7/18.5
第 2 次(cm)	22.5/19
第 3 次(cm)	27.9/12.6
第 4 次(cm)	21.6/16
平均每 1 種黑蛇長度(cm)	23.925/16.525 (顆粒小且純度高勝出)



五、結論與生活應用

結論:(1)在冰糖沒有磨成細末狀的情況下，純度低的黑糖會長的比純度高的冰糖好

(2)粗顆粒的冰糖長的比細末狀的冰糖短/細末狀的冰糖長的比純度低的黑糖長

(3)由以上三個結論可以得知，顆粒較小的糖會長的比顆粒大或純度高的糖長，符合一開始的假設，實驗成功。

生活應用:可以用於國中第四冊第二章的化學反應上的教學，以了解糖無法直接燃燒以及小蘇打受熱會使燃燒後的糖產生空隙，將剩餘的碳逐漸推出就像一條黑蛇一樣，也可以激發人對於學習化學的興趣以及整個實驗背後原理的好奇心。

六、參考資料

一、文獻資料相關網址：

1. [NTCU 科學遊戲 Lab：白糖變黑蛇](#)
2. [NTCU 科學遊戲 Lab：白糖變黑蛇二部曲](#)
3. [NTCU 科學遊戲 Lab_探究與實作：白糖變黑蛇](#)