

「大象牙膏」變成「碘沖天泡」

倪行健

臺中市立長億高級中學

nsc100100@gmail.com

■ 前言

如果每一個實驗都發展成為一個小型的科展，會不會更有趣？每位學生都像是一位小科學家，他們會不會更有成就感？

因此，我就將研習自化學學科中心假豐原高中所辦，施建輝老師主持，楊水平教授所演示的「阿拉丁神燈暨大象牙膏」，引進自己的實驗課程，讓各組學生自己自製設備，如圖 1~3 所示。透過控制變因實驗法，在不同的操縱變因下，進行「大象牙膏」實驗，並觀察、記錄其現象，最後還要討論其因果並發表分享。

後來，為了節省藥品的消耗，因而改良為「小象牙膏」(「碘沖天泡」)的微型實驗，如圖 3 所示，這是一方面為環保，另一方面是碘化鉀 (KI) 並不便宜。但是，這就少了學生自製設備而且能夠大量噴發牙膏泡的驚艷樂趣，真是兩難呀！

■ 設備與變因說明

「大象牙膏」(圖 1)：操縱變因為管子的長度。控制變因為雙氧水濃度(倒入保特瓶)、碘化鉀、碳酸鈉及沙拉脫的量(置



圖 1：學生自製「大象牙膏」裝置的零件

入側管錐形瓶)。

「小象牙膏」(「碘沖天泡」)(圖 3)：(a)操縱變因為管徑的粗細。控制變因為管長、雙氧水濃度(吸入針筒並由試管的側支注入)、

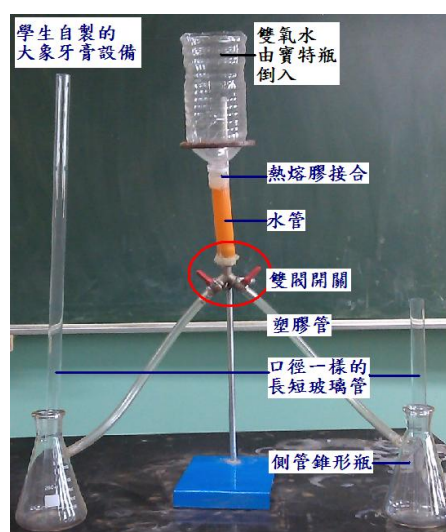


圖 2：學生自製「大象牙膏」的裝置

碘化鉀、碳酸鈉及沙拉脫的量(置入側支試管)。(b)操縱變因為管子的長度。控制變因為管徑、雙

氧水濃度(吸入針筒)、碘化鉀、碳酸鈉及沙拉脫的量(置入側支試管)。

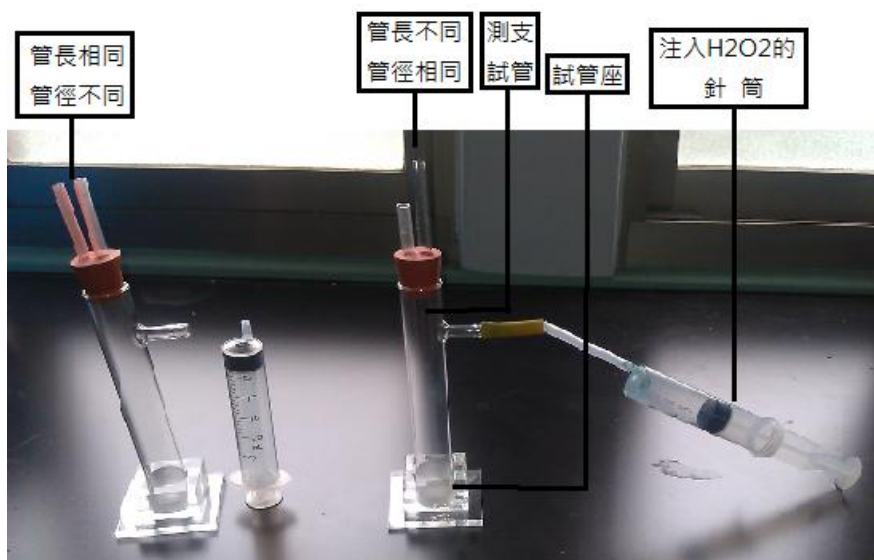
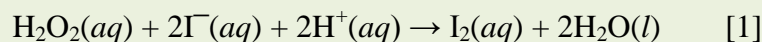


圖 3：「小象牙膏」(「碘沖天泡」)設備及其零件，
(a)管子的長度不同(左)和(b)管子的長度不同(右)

(1) 在酸中(過氧化氫溶液具弱酸性)，碘離子被雙氧水氧化產生碘分子(難聞的且有黃色的 I_2)，不會產生氧氣，如反應式[1]所示。由於酸的量不多且酸的強度不高，本實驗僅產生少量的 I_2 。

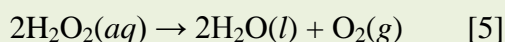
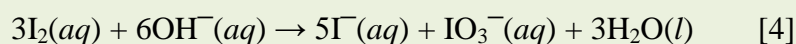
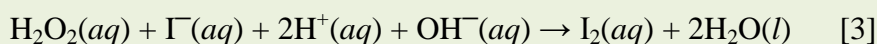
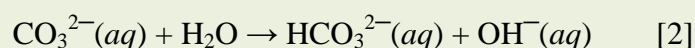
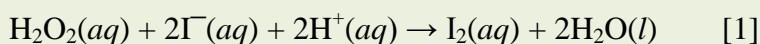
(2) 為抑制碘分子的生成，本實驗加入強鹼的碳酸鈉。在強鹼中，過氧化氫才能維持 I^- 的催化反應，相關反應如反應式[1]~[5]所示。其中反應式[2]中 $\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$ 來自 $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq})$ ，反應式[5]在 I^- 的催化下，生成水或水蒸汽和氧氣。

■ 藥品與用途說明

1. 雙氧水 (hydrogen peroxide)：30% (本實驗的主角，其分解反應式： $2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$)

2. 碘化鉀 (potassium iodide)：白色粉末，當作催化劑(碘離子， I^- 才是本反應的真正催化劑)

3. 碳酸鈉 (sodium carbonate)：白色粉末，強鹼物質(在強鹼的條件下， I^- 不會變成 I_2 ，才能維持 I^- 的催化反應，並且生成 H_2O 及 O_2 。在酸性下， I^- 則會變成 I_2 ，無法生成 O_2 。)，說明如下：



4. 清潔劑：為了包覆反應所產生的 O_2 而形成泡泡。

5. 顏料：為了增加視覺效果而添加。

■ 分組合作

本次實驗的教案，如附件一所示。

一、合作前期：熟悉控制變因實驗法，以及「小象牙膏」（「碘沖天泡」）的實驗程序，如圖 3 所示。

■ 結緣

因為有認真研習，所以能與楊水平教授的「大象牙膏」示範實驗結緣。因為有把一



1.變因討論（左）、2.添加藥品（中）、3.裝填雙氧水（右）



4.注入雙氧水形成小象牙膏（左）、5.測溫（中）、6.用餘燼的線香檢驗 O_2 的存在（右）

圖 3：學生進行「小象牙膏」（「碘沖天泡」）的實驗程序

二、合作中期：(1).課後合作學習：下次上課前，各組討論出要比對的變因有那些？想要操作的項目有那些？並請預測其可能的結果為何？(2).進行實驗：於下次上課時付諸實驗執行，並且紀錄於另一份學習單中，如附件二所示。

三、合作末期：各組將實驗結果呈現、分享與討論，並將資料統整後繳交。



影片一：https://www.youtube.com/watch?v=Hf_5LDY9dcE。

項項研習來的內容，落實在學生的操作中，並且允許他們將所操作的過程與結果拍攝、

紀錄下來，所以才有學生將其所錄後製，並將其上傳至 youtube。因為點閱率高，所以被公視流言追追追製作小組找上，合作了一集—「大象牙膏」。可見任何事情的形成與完成，處處都需要貴人、推手的成全。

感謝楊水平教授、化學學科中心、施建輝老師以及過程中的學生們、公視流言追追追的製作群與主持人...你們都是促成此事，我的貴人，讓我在這一連串的蝴蝶效應下，學習成長，有機會體會螢光幕後，辛苦的準備與拍攝過程。

■ 拍攝簡述

詳細內容可參考公視流言追追追第五輯 DVD 中的「大象牙膏」完整版，影片一是流言追追追 61 集-放屁蟲與大象牙膏。

一、動機：來自大自然的

放屁甲蟲（昆蟲的一種，台灣的野外也找得到），體內也有雙氧水的噴發高熱



影片二：<https://www.youtube.com/watch?v=rlt2jgFoWNM>。



影片三：<https://www.youtube.com/watch?v=W-BhW3XzIpU>。

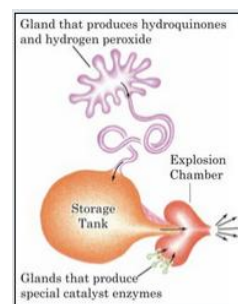
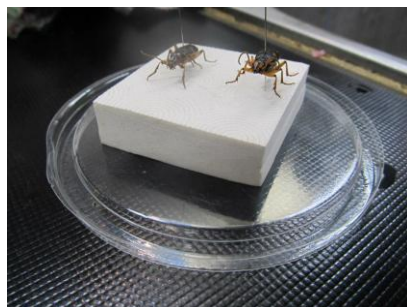


圖 4：放屁甲蟲標本（筆者自拍，左）、操縱放屁甲蟲（中）以及操縱放屁甲蟲噴發原理（右）

機制，如圖 4 所示。

二、演示：雙氧水的噴發並測量其溫度，檢驗 O_2 的存在，以及製作「大象牙膏」。

1. 雙氧水的噴發並測其溫度
2. 大象牙膏的製作

三、控制變因實驗法：比對各項變因的改變對實驗結果的影響，及其原因的說明。

1. 比較長短管的噴發
2. 比較粗細管的噴發
3. 比較碳酸鈉的不同使用量
4. 碘化鉀的不同使用量

■ 結語

本文「碘沖天泡」的標題取材自我的學生，現在是新北市新埔國中的理化老師陳瑩芳的點子和創意。

「碘沖天泡」表達出所用的催化劑，反應出沖出泡泡的效果，但不及「大象牙膏」的顯現，也不如「阿拉丁神燈」的神秘。「小象牙膏」則完全因於縮小版、環保的「大象牙膏」而起名。然



影片四：<https://www.youtube.com/watch?v=Bpua9-qx34U>。



影片五：<https://www.youtube.com/watch?v=3WvZAxaxfmA>。



影片六：https://www.youtube.com/watch?v=5R_fje5ukw

而，不論名稱為何，吸引人的標題後面，更重要的則是從實驗中啟發了什麼？

戲法人人會變，各有巧妙不同，有的實驗重在知識本身的獲得或建立，有的則在實驗方法的熟練，有的則是實驗設計的巧思與運用，有的實驗是為了證明自己的想法或理論是否正確，...其目地不盡相同。「碘沖天泡」



影片七：<https://www.youtube.com/watch?v=qTeiKJq9ub0>

本身的知識性並不深不難，但在有趣的過程中，可以讓學生學到很廣的科學內容，例如：

1. 原來雙氧水的催化劑可以不必是二氧化錳，也可以是碘離子，或其它的物質。
2. 如何證明反應後氧氣的存在？
3. 此種反應是放熱反應，並且測測看其溫度是多少？
4. 為什麼要加碳酸鈉？
5. 為什麼要加清潔劑？
6. 加顏料的目地為何？
7. 如何用控制變因實驗法進行此實驗？



8. 管子的長短、粗細不同，對泡泡噴發的高矮，有何不同，為什麼？(這是物理問題)

回到本文「前言」的第一段，亦可作為本文的結語：如果每個實驗都發展成為一個小型的科展，會不會更有趣？每位學生都像是一位小科學家，他們會不會更有成就感？。是不是呢？與大家分享此想法。

■ 附錄

附錄一：教學教案

3-4 化學反應的熱量變化單元教學教案設計(適用於 99 課綱)

教學單元	高一基礎化學(一) 第三章第四節 3-4 化學反應的熱量變化	授課班級	高一	授課教師	倪行健老師
教材資源	○○版教材 實驗材料	教學時數	3 節	授課日期	○年○月○日
教學對象分析	國中對雙氧水 ($\text{H}_2\text{O}_2(aq)$) 的認識 (1)製氧氣，以排水集氣法收集，(2)加熱可加速，(3)催化劑為黑色的 <u>二氧化錳</u> ($\text{MnO}_2(s)$)。				
核心概念	(1)實驗方法、(2)放熱反應、(3)催化劑的使用、(4)氣體的收集與檢驗				
教學目標 (認知、情意、技能)	認知領域 (1)熟練實驗方法(控制變因實驗法)的意義 (2)對雙氧水 ($\text{H}_2\text{O}_2(aq)$) 相關內容的深化 情意領域 (1)願意積極參與課前課中及課後小組學習活動 (2)願意積極投入問思答辯的教學歷程 技能領域 (1)能用控制變因法操作實驗 (2)對實驗內容有能力設計 (3)能完成文字及攝影後製作業				

附錄二：學生學習單

小象牙膏學習單 班級：____ 日期：○月○日~○月○日

說明

- 版教材：高一基礎化學(一) 第三章第四節 3-4 化學反應的熱量變化
- 學生先備知識：國中對雙氧水 ($\text{H}_2\text{O}_2(aq)$) 的認識
 - 製氧氣，以排水集氣法收集
 - 加熱可加速
 - 催化劑為黑色的二氧化錳 ($\text{MnO}_2(s)$)
- 以雙氧水為實例，探討放熱反應及其現象的實驗設計，教學策略如下：
 - 小組合作學習

- (2) 重視思考及預測
 (3) 配合問、思、答、辨、辯 的方法

4. 教與學歷程：(地點：專科大樓 4F 理化三實驗室)

- (1) ○月○日：介紹實驗方法，小組合作學習配合問、思、答、辨、辯
 (2) ○月○日：以雙氧水為實例，探討放熱反應及其現象，小組合作學習配合問、思、答、辨、辯
 (3) ○月○日：課後學習---小組合作學習
 (4) ○月○日：將課後學習、預測及其設計驗證於實驗中

一. 組員名字及座號：_____

二. 填寫所需器材及藥品：_____

三. 組員事前分工表：(例如：記錄、報告、美編、攝影、後製、keyin.....)

負責同學	內容	注意事項

四. 實驗方法：控制變因實驗法

觀察 + 思考 + 預測 + 實驗 + 收集資料 + 分析 + 統整：小組合作學習

[老師問 1]

例如：(1)高一各班派 2 位男同學參加 100 公尺賽跑。

例如：(2)加入顆粒大小不同的大理石到同溫同壓同濃度的鹽酸中。

1. 控制變因：操作不可變的變因。

例如：(1)控制變因為：_____

例如：(2)控制變因為：_____

2. 操縱變因：操作唯一可變的變因。

例如：(1)各班派 2 位男同學參賽

例如：(2)大理石顆粒大小不同

3. 應變因：_____

例如：(1)結果：誰跑的最快？(名次順序)

例如：(2)結果：顆粒大的反應較快，還是顆粒小的反應較快？

實例 1：自走船的實驗中，何者為控制變因？何者為操縱變因？何者為應變因？（討論後，寫在壁報紙上）

實例 2：鋅銅水果電池實驗中，何者為控制變因？何者為操縱變因？何者為應變因？（討論後，寫在壁報紙上）

五. 觀察，思考，並將討論的想法（預測）寫下（討論後，寫在壁報紙上）

〔老師問 2〕：細聽老師所問

六. 進行實驗：步驟及現象描述（可用畫的，課後補在文字檔中即可）

實驗 + 收集資料（記錄、報告、美編、攝影、後製、keyin.....） + 分析 + 統整：控制變因實驗法 + 小組學習

(一) 依照黑板上的步驟：1 匙 KI + 1 匙 Na_2CO_3 + 5 mL $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$

（將所發現的資料儘量記錄下來）

〔老師問 3〕：(1)_____（討論後，寫在壁報紙上）

(2)_____？小組自行試試。

(二) 依照黑板上的步驟：1 匙 KI + 1 匙 Na_2CO_3 + 1 mL 洗碗精 + 5 mL $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$

（將所發現的資料儘量記錄下來）

〔老師問 4〕：(1)_____

(2)_____（討論後，寫在壁報紙上）

(三) 依照黑板上的步驟：1 匙 KI + 1 匙 Na_2CO_3 + 1 mL 洗碗精 + 顏料 + 5 mL $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq})$

（將所發現的資料儘量記錄下來）

(四) 課後小組學習活動說明：

- 自行設計：例如改變什麼，就可以比較出怎樣...（請將小組討論內容以 A4 大小打印一份，於下次實驗課時繳交，設計與預測內容越多，分數越高第一項設計：30 分，之後每項 10 分。）
- 小組討論內容如下：1.你想證明什麼？2.怎麼做才能證明？3.預測：可能會發生什麼？
- 說明：1.學習單（文字檔）於○月○日繳交。2.影音 + 後製檔 Email 給倪佬或以隨身碟繳交。3.分數（共 300 分）。
- 評分：(1)A4 設計內容第一項設計：30 分，之後每項 10 分。（最多 100 分），(2)小組討論 + 發表（壁報、PPT 內容及態度）100 分，(3)文字檔 40 分，(4)照片、影音 + 後製檔 60

分。

附錄三、實驗設計及其記錄



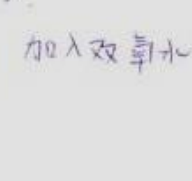

● 實例一

進化版的小象牙膏 班級: _____ 日期: _____

組員名字及座號: _____
 填寫所用材料: (器材及五藥品)

KI, 沙拉脛, 雙氧水, 燒杯, 試管,
 碳酸鈉, 顏料, 針筒, 小匙子

一. 步驟及現象描述(可用畫的)

1.  2匙 KI 和 Na_2O_2
2.  加入雙氧水
3.  加入雙氧水
4. 

二. 同 KI 同 Na_2O_2 同 碳酸鈉 同 顏料 不同 沙拉脛
 結果: 泡沫形成極少, 但噴的高
 理由說明: 由於無沙拉脛來包裹所產生的氧氣

三. 同 KI 同 Na_2O_2 同 顏料 同 沙拉脛 不同 H_2O_2
 結果: 噴出速度增加
 理由說明: 因為 H_2O_2 為反應物, 因生成物也快

四. 同 Na_2O_2 同 顏料 同 沙拉脛 同 H_2O_2 不同 KI
 結果: 形成相當漂亮的大象牙膏
 理由說明: KI 的劑量恰符合其他劑量的比例。

五. 同 同 同 同 不同 產物增加數倍
 結果: 噴高至天花板, 令人驚奇不已
 理由說明: 因為反應物皆增加, 所以生成物與生成速度都獲得大幅的提升。

● 實例二

二. 同	同	同	同	不同	H_2O_2 : 5ml 沙拉脫: 3ml KI: 1匙 Na_2CO_3 : 1匙
結果:	time=12s, 過程穩定形成				
理由說明:	H_2O_2 形成的 O_2 幾乎可被泡泡 包圍形成漂亮的產物				
三. 同	同	同	同	不同	H_2O_2 : 5ml 沙拉脫: 1ml KI: 1匙 Na_2CO_3 : 1匙
結果:	t=5s, 開頭較猛烈				
理由說明:	H_2O_2 形成的 O_2 來不及被 不足的泡泡包圍, 以至後來續延久				
四. 同	同	同	同	不同	H_2O_2 : 10ml 沙拉脫: 5ml KI: 2匙 Na_2CO_3 : 2匙
結果:	t=9s, 開頭流重較稀				
理由說明:	H_2O_2 形成的 H_2O 較多, 混入 泡沫間使之流重性增				
五. 同	同	同	同	不同	H_2O_2 : 32ml 沙拉脫: 8ml KI: 5匙 Na_2CO_3 : 2匙
結果:	t=10s, 開頭泡沫生成速率較慢				
理由說明:	劑量較多的 H_2O_2 和沙拉脫所 形成的泡泡較劑量少時耗時, 時間也延續不會太短				