

# 2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 普高組 成果報告表單

<b>題目名稱：</b> 「泡」力十足！射擊泡泡體驗無限樂趣
<b>一、摘要</b>
當氫氣與氧氣按照 2:1 的比例混合時，此氣體可以在空氣中形成一種極易燃的混合物，這種混合物一旦受到火源的引燃，就會產生強烈的爆炸，同時也會伴隨著極大的聲響。我們以這個原理做為基礎，將混合氣體利用橡皮管連接到改良的泡泡機上，且將墨汁代替泡泡水的水，並在泡泡水中加入黑火藥，以確保有足夠的熱能讓氣體爆炸。最後用發射器內的閃燃紙射擊泡泡，使泡泡爆炸並產生聲響與火焰。
<b>二、探究題目與動機</b>
在電動遊戲中，射擊遊戲漸漸的成為部分玩家的心頭愛之一，我們也沈淪於此。對於槍枝與射擊嚮往的我們，期望現實生活中希望能時常體驗射擊的樂趣，但大部分的民眾是無法時常接觸到槍枝或 VR 這類較難取得的設備，因此我們想設計一款泡泡射擊遊戲。相對於前面講到的兩種設備，泡泡射擊相對較為簡單且適合所有年齡層玩家的類型。 氫氣與氧氣混合會產生巨大聲響的現象，一直以來都是我們所具備的知識。我們以這個原理做為基礎，將混合氣體利用橡皮管連接到改良的泡泡機上，並用雷射槍射擊泡泡，使泡泡爆炸並產生聲響。
<b>三、探究目的與假設</b>
一、改變材料（泡泡水）：比較比例（墨水、洗碗精、膠水、甘油）。 二、改良材料（泡泡槍）：加上可變電阻，串聯電池改變泡泡槍的電壓。 三、改變材料（黑火藥）：比較不同比例的六種黑火藥與市售鞭炮的爆炸威力，探討哪種火藥的熱能最有效使氣體爆炸。
<b>四、探究方法與驗證步驟</b>
一、研究架構
<pre>graph LR; A[擬定題目] --&gt; B[文獻探討]; B --&gt; C[分析統整資料]; C --&gt; D[氫氣和氧氣製作與混和]; D --&gt; E[泡泡水的製作與改良]; F[泡泡槍的改良] --&gt; G[黑火藥的製作與測試]; G --&gt; H[發射器測試與製作]; H --&gt; I[實驗統整]; I --&gt; J[總結]; E --&gt; F;</pre>
二、研究設備與器材
I. 氫氣與氧氣 – 6L 寶特瓶、鋁箔紙 6g、2.5M 氫氧化鈉水溶液 200ml、側管錐形瓶、水盆 x2、橡皮管 x4、橡皮塞 x9、雙氧水、二氧化錳、荊頭漏斗。
II. 泡泡水 – 墨水、洗碗精、膠水、甘油。
III. 泡泡槍 – 市售泡泡槍、焊錫、焊槍、可變電阻、電池 x3(9V)、多條電線。
IV. 黑火藥 – 硝酸鉀、硫粉、碳粉、研鉢。

## V. 發射器 – 閃燃紙、市售哈利波特魔法杖。

### 三、研究方法

(一) 概述：我們實驗分成五階段，分別是氫氣、氧氣的製作與混合、製作泡泡水、改良泡泡槍、製作黑火藥和射破泡泡。

#### (二) 實驗步驟：

##### I. 第一階段–氫氣、氧氣的製作與混合

- A. 將 6L 寶特瓶瓶蓋挖兩個與水管直徑相同的洞，並將兩條水管嵌入瓶蓋中，用熱熔膠固定（如圖一）。



圖一：寶特瓶瓶蓋挖洞

- B. 將 250ml 的氫氧化鈉水溶液與 6g 鋁箔紙反應，利用排水集氣法收集氫氣。操作時，在水盆底部放上 9 個橡皮塞（如圖二），避免壓到水管，再用橡皮管將 6L 寶特瓶固定，以避免在進行實驗時 6L 寶特瓶過度搖晃（如圖三）。



圖二：橡皮塞放置位置



圖三：用橡皮管固定寶特瓶

- C. 沿用製作氫氣的 6L 寶特瓶連接到另一個錐形瓶上，使用雙氧水與二氧化錳製作出氧氣，再根據氫與氧 2:1 混合。
- D. 將一個完整的塑膠袋接上橡皮管，再將製作好的氣體再利用排水集氣法灌入膠袋中。

##### II. 第二階段–製作泡泡水

- A. 使用墨水、洗碗精、膠水、甘油（圖四），藉由這些添加物改變泡泡的表面張力和壁厚，從中探討哪種比例的泡泡水產生的出泡泡最具穩定性與壽命，數據整理如表一。
- B. 依序調配出表一各種配方後，一一試吹，進而觀察大約可維持多久的時間。



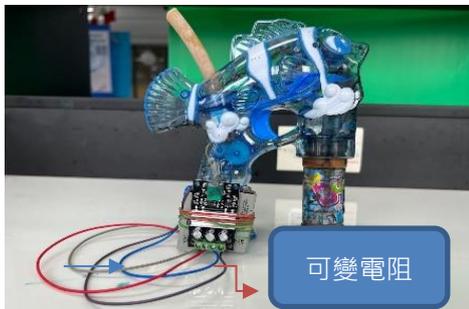
圖四：甘油、膠水、洗碗精、墨水（由左至右）

表一、不同比例配置泡泡水的比較（總共 80ml）（第二階段 - A）

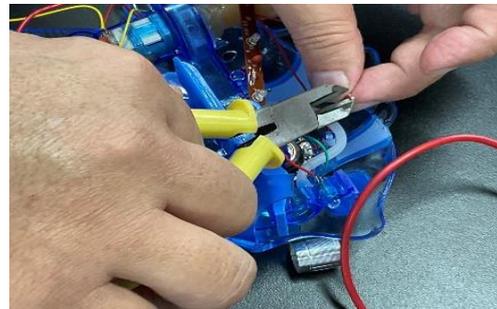
	墨水	洗碗精	膠水	甘油
第一版	20	20	20	20
第二版	20	20	10	10
第三版	30	30	10	10
第四版	40	15	15	10
第五版	40	20	10	10
第六版	60	20	10	10

### III. 第三階段-改良泡泡槍

- A. 在泡泡槍上加入可變電阻（圖四），再利用原先購買泡泡槍的電路進行改良（把接到音樂與 LED 的電路剪掉，節省電源）（圖五）。
- B. 電池焊接電路，加大電壓，以便抽取氫氣與氧氣混合物。



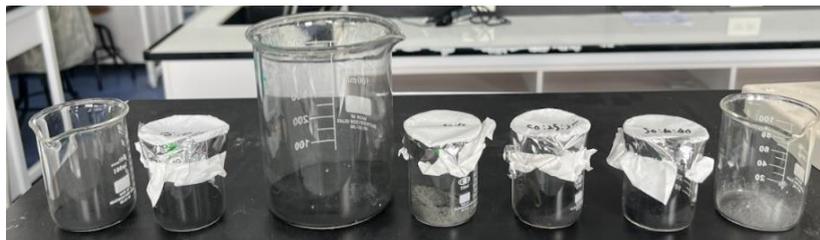
圖四：可變電阻



圖五：電路改良

### IV. 第四階段-製作黑火藥

- A. 使用硝酸鉀、碳粉、硫粉製作不同比例的黑火藥（圖六），數據整理如表二、表三。



圖六：不同比例的黑火藥（左到右分別為表二的一到六）

表二、不同比例黑火藥的比較 ( 每份 10g ) ( 第四階段 - A )

	硝酸鉀	碳粉	硫粉
第一版	7.464	1.185	1.351
第二版	7.5	1.5	1
第三版	6	2	2
第四版	5	4	1
第五版	5	2.5	2.5
第六版	5	1	4

表三、不同硝酸鉀數量的比較 ( 第四階段 - A )

	硝酸鉀	碳粉	硫粉
第一版	3.464	1.185	1.351
第二版	5.464	1.185	1.351
第三版	7.464	1.185	1.351
第四版	10.464	1.185	1.351

#### V. 第五階段-射破泡泡

- A. 利用發射器(利用電弧點火器點燃閃燃紙，產生一團小火球射出)，使泡泡爆炸並產生聲響與火焰 ( 如圖七 )。



圖七：利用閃燃紙射出小火球

#### 四、實驗結果

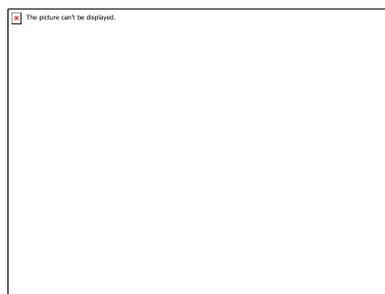
- l. 由從研究結果發現，加入的膠水量必須適中，10ml 為最佳比例，持久性較佳，壽命才能較一般泡泡持久，若加過多膠水會使泡泡過於黏稠；而在泡泡水中加入過多的洗碗精，則會導致泡泡外型不穩定，在成形前就會提前破裂，無法進行實驗；而加入甘油則是因為界面活性劑也會影響到泡泡在空氣中存留的時間，因此為了使吹出泡泡的效力最為持久加入甘油是不可或缺的。經過多次測試後，發現了洗碗精、膠水及甘油的比例，為了進一步實驗，我們改變墨水量，想測試不同溶劑對於泡泡是壽命是否有影響。從表二可以發現過多或過少溶劑會影響泡泡存活時間，當墨水在 40ml 時，泡泡會較為穩定。



圖八：泡泡水壽命測試

表四、不同比例泡泡水壽命測試 ( 第二階段 - A )

	維持時間 ( s )
第一版	5.2
第二版	7
第三版	7.75
第四版	8.3
第五版	10
第六版	4



圖九：泡泡水壽命測試

- II. 根據我們多次調配泡泡水，我們得知在墨水：4、洗碗精：2、膠水：1、甘油：1 製作出的泡泡會有最好的穩定性與可維持最長時間。
- III. 於原先泡泡槍的抽取壓力不足，為了更容易穩定的製作出完整的泡泡，供實驗使用，因此我們將泡泡槍的電壓提升來進行實驗，但最終還是無法成功從瓶中抽出氣體，所以我們根據第一階段的 D 部分選擇從袋中抽取氣體。
- IV. 從研究結果發現，加入過少的硝酸鉀無法使它分解氧氣，達到助燃的效果；同時若加入的硫粉與碳粉比例不對會無法讓黑火藥劇烈燃燒，進而產生出大量的熱、氮氣與二氧化碳等氣體，也無法使體積快速膨脹，壓力增強，因此製造出爆炸的情況。
- V. 將硝酸鉀 ( 7.464g )、硫粉 ( 1.185g )、碳粉 ( 1.351g )，分別磨成分後，混和攪拌 1 小時後，可以取得最適合此實驗比例。

表五、不同比例黑火藥點燃時間比較 ( 表二結果 )

	開始點燃(s)	停止燃燒時間(s)
第一版	20	40
第二版	34	20
第三版	73	13
第四版	56	8
第五版	65	4
第六版	52	6



表六、不同比例黑火藥點燃時間比較 ( 表三結果 )

	開始點燃(s)	停止燃燒時間(s)
第一版	無法點燃	無法點燃
第二版	8	15
第三版	20	40
第四版	15	20

圖十：黑火藥點燃

## 五、實驗驗證

- I. 在墨水：4、洗碗精：2、膠水：1、甘油：1 製作出的泡泡會有最好的穩定性與可維持最長時間。
- II. 由於我們所改良的泡泡槍抽取的壓力尚不足，所以每次製造出的泡泡大小不一，因此無法取得精準的實驗數據。
- III. 經過多次實驗後，我們從中發現第一版的黑火藥的比例是最好，他可以在最短的時間將黑火藥燃起。

## 五、結論與生活應用

### 一、結論

- I. 泡泡水製作：由於黑色是最易吸熱的顏色，因此我們以黑色墨水作為溶劑製作混和泡泡，雖然此顏色下的泡泡膜依舊會提前裂開，但由於熱能堆積較快速，故能使泡泡內氣體更易爆破。
- II. 泡泡槍改良：起初我們使用市售的泡泡槍抽取氫氣來製作泡泡，但因功率不夠，無法成功抽取氫氣製作出完整泡泡。雖然我們有嘗試改變電壓，努力從袋中抽取氫氣，但無奈因電壓還是不足無法利用泡泡槍製作泡泡。
- III. 黑火藥製作：為了證明氫氧混和氣體在泡泡中依舊會爆炸，我們使用打火機引爆泡泡，成功使其發出爆破聲與火花。因此我們改成製作不同比例黑火藥加入在泡泡水中，使泡泡能利用高功率雷射槍時也能順利引爆。經多次實驗後，我們發現雷射槍會在接觸膜幾秒內將膜射破，無法有效累積熱能，所以改成利用發射器立刻產生熱能引爆泡泡。
- IV. 黑火藥的測試：我們從實驗中可以發現第一版的黑火藥無論是開始點燃或停止點燃，都取得最好的數據，而開始點燃時間越短代表他累積熱能所花時間越少，同時停止時間越久代表黑火藥燃燒時間越長，因此這符合我們實驗所需。

### 二、生活應用

- I. 學習化學計量：化學計量為學習高中化學的基礎之一。在實驗步驟一（製作氫氣）中，可以透過反應式事前利用化學計量算出「2 公克的鋁可以產生 2.72 公升的氫氣」。而經過實驗後，我們成功精準地做出 2.72 公升的氫氣。透過簡易的製作氫氣實驗，不僅有趣，也讓學生容易理解化學計量的應用與計算。
- II. 利用泡泡槍增強人體協調反應：不但可以使玩家在現實生活中像遊戲中親身經歷的體驗射擊、瞄準等動作，而且此實驗的器材幾乎不會對環境造成影響，同時還可以增強手眼協調能力和反應速度。

## 參考資料

一、呂玉雯、張榮格(2006)。泡泡界的養生秘方-甘油濃度與泡泡壽命的探討。中華民國第四十五屆中小學科學展覽會。

[https://www.ntsec.edu.tw/Science-](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=42&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=7&sid=1599&print=1)

[Content.aspx?cat=42&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=7&sid=1599&print=1](https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=42&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=7&sid=1599&print=1)

二、林震煌(2020/2/5)。一炮沖天一迷你哨子如何解析沖天炮火藥的組成。國立台灣師範大學研究亮點網。

<https://rh.acad.ntnu.edu.tw/tw/article/content/5>