

2025年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告

題目名稱：「銀」光「炸」現—從距離與爆炸音量探討乙炔銀的化學性質與反應特性

一、摘要

本研究旨在探討乙炔銀爆炸特性，並透過兩項實驗分別分析其爆炸音量與反應量、爆炸距離間之關係。首先，我們以硝酸銀與乙炔進行反應合成乙炔銀，所得沉澱經過過濾、乾燥後即成為高敏感性的爆炸性物質。於第一階段實驗中，將不同質量的乙炔銀分別引爆，測量各自對應的爆炸分貝，以分析質量變化對爆炸強度之影響。然而，實驗結果顯示，儘管乙炔銀質量有所增加，測得的爆炸音量變化卻不明顯，推測因乙炔銀點燃過程中僅有部分反應，爆炸衝擊波將未反應的乙炔銀吹散，導致實際參與反應的質量不足，影響測量準確性。為提升實驗資料之可解析性，第二階段實驗改以固定乙炔銀質量，並調整測量位置與爆炸源之間的距離，探討距離對爆炸音量的關係，並利用實驗數據之趨勢圖推測安全聽覺距離。

二、探究題目與動機

在農曆新年期間，炮聲頻繁，引發我們對爆炸聲音強度與人體影響的關注。根據文獻(一)，若人耳處於120分貝聲音的環境下，將立即造成短暫或永久性聽力損傷，尤其在距離爆炸源過近的情況下更甚。因此，我們好奇聲音的大小與爆炸物的質量之關係？又在不同距離下，聲音的強度會如何變化？為深入探討這些現象，我們選擇具高敏感性與爆炸性的乙炔銀作為實驗材料，設計兩組實驗，分別觀察乙炔銀的反應量與爆炸分貝的關係，以及爆炸距離與聲音強度的衰減情形，期望了解日常中爆炸聲對人體可能造成的影響，並強化安全意識。

三、探究目的與假設

目的：

- (一)、研究乙炔銀之化學性質
- (二)、探討乙炔銀反應量與爆炸分貝的關係
- (三)、探討乙炔銀爆炸距離與爆炸分貝的關係

(四)、建立聲音隨爆炸距離遠近而變化的數學圖形，以預測特定距離下可能出現的分貝值

(五)、推測在距爆炸源多少公尺以上，會造成人耳聽力損傷

假設：

(一)、乙炔銀接近火源時會爆炸並產生巨響

(二)、燃燒乙炔銀時，其反應量會與所測得爆炸分貝成正相關

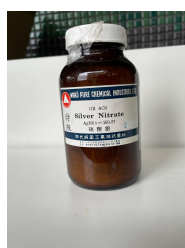
(三)、燃燒乙炔銀時，其測量距離會與所測得爆炸分貝呈負相關

四、探究方法與驗證步驟

(一)研究器材與設備



▲ 電石



▲ 硝酸銀



▲ 蒸餾水



▲ 濾紙

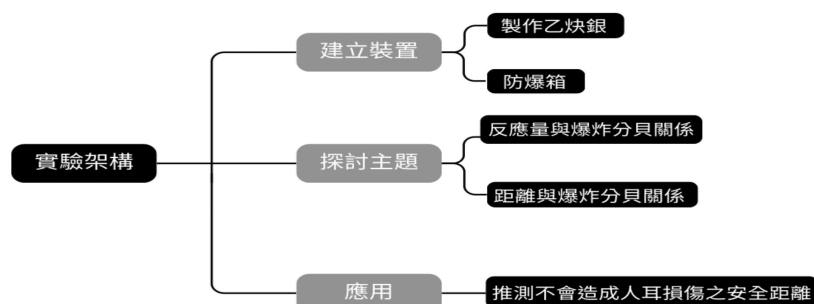


▲ 電子秤



◀水槽 試管 漏斗 燒杯 錐形瓶 試管架 橡膠管 收集瓶

(二)實驗架構



(三)實驗原理

1.乙炔銀化學性質：

乙炔銀是由乙炔氣體(C_2H_2)與銀離子(Ag^+)反應生成的沉澱，是一種非常不穩定的化合物，對熱、震動、摩擦或乾燥都極為敏感，乾燥後非常容易爆炸，這是因為其化學結構中含有高能鍵，當受到外力時會迅速分解並釋放出大量氣體與熱能。

2. 爆炸聲響：

爆炸後瞬間釋放能量，遵循理想氣體方程式($PV=nRT$)，透過短時間內的能量釋放來產生高溫、高壓及氣體膨脹，擠壓周圍空氣形成強烈的空氣震盪，造成衝擊波與爆炸音爆。

3. 幾何衰減理論：

爆炸產生的聲波向外傳播時，通常呈現球面波的形態，聲波能量以球面的形式向各個方向均勻分佈。假設在爆炸源處總能量固定且均勻散發，當聲波傳播到距離 r 處時，該能量會分布在一個半徑為 r 的球面上，其面積(A)為： $A = 4\pi r^2$

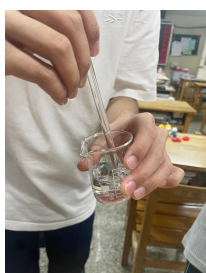
由於總能量 E 固定，所以在球面上每單位面積得到的能量 E_A 為： $E_A = E/4\pi r^2$

此關係表示能量密度與距離 r 的平方成反比。

(四) 實驗步驟

1. 製作乙炔銀

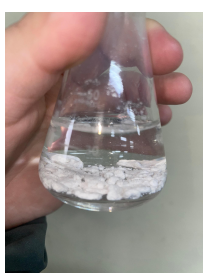
- (1.) 配置硝酸銀水溶液：量測適量之硝酸銀加入水中
- (2.) 收集乙炔：將碳化鈣加入水中並利用排水集氣法收集其產生之氣體
- (3.) 將乙炔通入硝酸銀水溶液中，使其溶液變混濁及產生白色沉澱
- (4.) 利用濾紙過濾溶液，將白色沉澱留下
- (5.) 將白色固體風乾避光收集



▲ 1-1 配置水溶液



▲ 1-2 通入乙炔



▲ 1-3 產生沉澱



▲ 1-4 用濾紙過濾



▲ 1-5 蒐集乙炔銀

2. 引爆不同重量之乙炔銀並測量其爆炸分貝

- (1.) 將乙炔銀及兩種不同手機放置防爆箱中
- (2.) 引爆多組 0.01 克、0.02 克、0.03 克、0.04 克、0.05 克之乙炔銀並利用兩種手機以不同分貝測量軟體(分貝計、聲級計)測得數據

3. 根據數據繪製趨勢圖，如圖(一)

4.引爆相同重量之乙炔銀並在不同距離測量其爆炸分貝

(1.)將乙炔銀放置防爆箱中

(2.)引爆0.02克之乙炔銀並分別在距防爆箱2、4、8公尺處以同種分貝計軟體量測分貝

5.根據數據繪製趨勢圖，如圖(二)，並推估在距防爆箱多少距離下乙炔銀爆炸分貝可降至90dB以下

6.測量實際情況下降至90dB以下之位置是否符合預測值並繪製圖表，如圖(三)

(五)實驗結果

表(一)乙炔銀反應量與爆炸分貝的關係(分貝計)

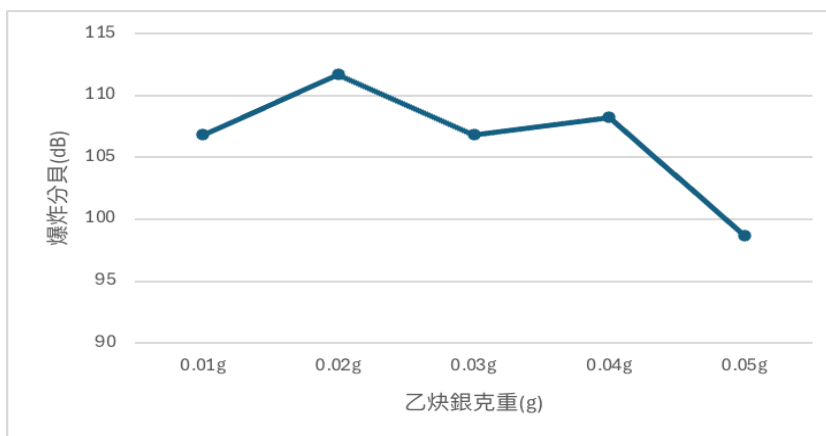
	第一次	第二次	第三次	平均
0.01 g	122	116	114	117.3
0.02 g	118	122	123	121
0.03 g	116	121	118	118.3
0.04 g	110	119	118	115.7
0.05 g	114	110	115	113

表(二)乙炔銀反應量與爆炸分貝關係(聲級計)

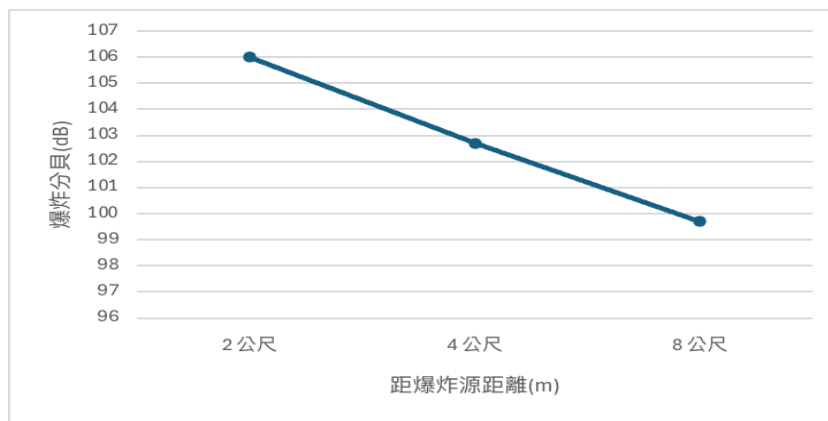
	第一次	第二次	第三次	平均
0.01 g	101	94	94	96.3
0.02 g	104	101	102	102.3
0.03 g	100	91	95	95.3
0.04 g	112	93	97	100.7
0.05 g	103	96	105	101.3

表(三)爆炸距離與爆炸分貝的關係

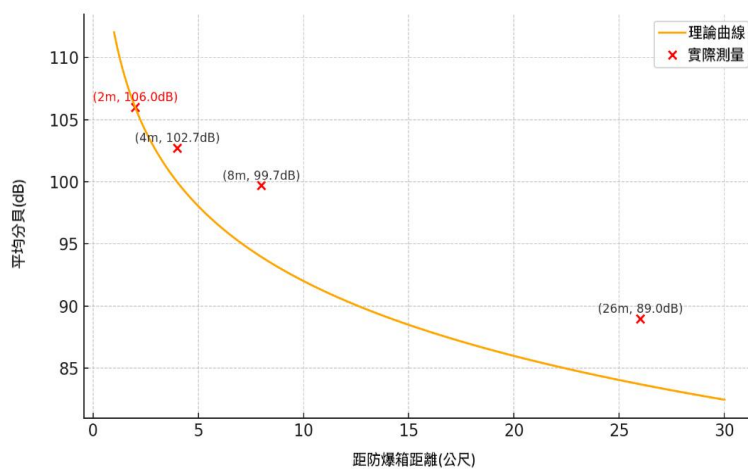
	第一次	第二次	第三次	總平均
2 公尺	107	106	105	106
4 公尺	104	102	102	102.7
8 公尺	102	99	98	99.7



◀圖(一)乙炔銀反應量與爆炸分貝的關係



◀圖(二)爆炸距離與爆炸分貝的關係



◀圖(三)爆炸距離與爆炸分貝之理論曲線及實際測量值

(六)實驗討論

1. 爆炸分貝未隨乙炔銀質量增加而減小：

第一階段實驗中數據不存在明顯趨勢，根據圖(一)可知不同重量之乙炔銀爆炸分貝皆在110dB至125dB間浮動，雖然乙炔銀質量逐步增加，所測得之爆炸分貝變化幅度小，未呈現明顯趨勢，不符合預期假說。經分析，我們推測此結果可能源於乙炔銀本身的爆炸特性。在起爆過程中，僅有部分乙炔銀受到熱源點燃並引發爆炸，瞬間產生的衝擊波將周圍未完全反應的乙炔銀吹散，導致實際參與爆炸的質量遠低於預期，爆炸能量因此分散，未能隨原始質量的增加而呈現音量上的明顯變化。為改善此實驗的結果穩定性與資料解釋力，我們調整實驗方向，改以探討「爆炸距離與爆炸分貝」之關係作為後續研究主軸。透過固定乙炔銀質量並系統性調整手機與防爆箱的距離，以觀察聲音強度隨距離變化的衰減趨勢，期望獲得更具一致性與可分析性的數據結果。

2. 實際檢測爆炸分貝與理想預期值不符、分貝下降較平緩：

第二階段實驗依據幾何衰減理論，推導聲音強度應隨距離平方反比遞減，如圖(三)，根據文獻(一)，人耳若處於90分貝以上的環境下30分鐘即可對耳朵造成損傷。理論上，若已知某一距離的分貝數，即可推算其他距離的聲音強度，根據此理論，我們以 2 公尺測得 106 dB 為基準，預測在距防爆箱12公尺的距離下分貝值可以降到不會造成人耳損傷的範圍(90dB以下)，根據本實驗的實測資料顯示，乙炔銀爆炸聲在距防爆箱約 26 公尺處時才可降到90分貝以下，相較於理論推估，實測分貝值略高，這表明理論與實際測量存在偏差，故推測實驗環境並非理想的開放或無反射空間，周圍存在建築物、牆面等障礙物，使聲波在傳播過程中產生反射、共鳴或聲波疊加等現象，導致某些區域的聲音強度異常。根據圖(三)雖然實際測量值比理想值下降較平緩，但依然呈下降曲線趨勢，符合預期假說。

五、結論與生活應用

結論：本實驗初步探討乙炔銀爆炸音量與反應物質量及測量距離之間的關係。結果未觀察到分貝與反應量之間的明顯趨勢，推測可能因反應不完全或裝置過近所致；而第二階段實驗則確認爆炸音量會隨測量距離增加而降低，值得注意的是，實際音量衰減速度低於理論預期速度，推測原因為實驗場地非密閉空間，周圍存在建築物、障礙物造成聲波共鳴與疊加。整體而言，數據趨勢依然呈曲線下降，符合預期假說。

生活應用：

根據此實驗，人耳距離爆炸源之安全距離評估，保持25至30公尺以上能將聽力受損降到最低。希望透過此研究，來了解爆炸反應的原理與能量釋放過程及作為傳統節慶鞭炮活動中的安全教育，提醒民眾與兒童避免近距離點燃爆竹，以防聽力受損。

參考資料

文獻(一): MDHearingAid.(2024)Decibel Chart: All You Need to Know

<https://www.mdhearingaid.com/blog/decibel-chart>