

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：「鈦」「臭」了吧！角形不「鍵」了！							
一、摘要							
生活中電器產生的廢臭氧無處不在，如果沒有降低其濃度的方法更會導致生理上的疾病。實驗結果得知臭氧在光照下的分解效率為紫外光>日光燈>黑暗，已知紫外光能確實能使臭氧降解；各種材料中則依序是鎂粉、層析用矽膠粉末、鐵粉、石墨粉、活性碳粉和二氧化鈦對臭氧的分解效果皆佳，鋁粉則是效率最差。							
二、探究題目與動機							
美國醫學會雜誌曾於 2017 年發表指出，當受試者 24 小時暴露於臭氧平均濃度 28.2ppb (0.0282ppm) 的環境中持續兩週，會增加心血管疾病的風險，此濃度遠低於美國環保局 EPA 對臭氧的八小時平均濃度容許上限 0.07ppm。根據近年許多流行病學及臨床研究結果，臭氧的危害不只提高心血管疾病的風險和刺激眼睛黏膜及呼吸道發炎反應，若空氣中臭氧濃度提升，也可能造成人體死亡率的增加。此外，臭氧破壞植物細胞膜及粒線體，並阻礙葉綠體行光合作用，這會影響到農作經濟與糧食供應。分析 2013~2022 臺灣各地測站平均空汙數據可知，臭氧已成為臺灣空品的主要指標汙染物。檢測各種家電產生的廢臭氧發現，印表機、微波爐、烘碗機和瓦斯爐其臭氧濃度皆超過 0.1ppm，其中燃燒瓦斯造成的臭氧平均濃度可高達 1.91ppm。想探討各種材料對分解臭氧的效率。							
三、探究目的與假設							
目的一：分析臺灣近十年的臭氧濃度變化。 目的二：不同光照處理對臭氧分解的影響。 目的三：探究不同材料對臭氧分解的影響。 假設一：臭氧分解的方法或應用不廣泛，導致臭氧在監測站的數值並沒有逐年下降？ 假設二：使用瓦斯爐或家電時，使家中採光是否對臭氧分解有顯著影響？ 假設三：除了選粉末狀物質增加反應表面積，也選擇具有物理或化學性質的粉末進行測試。							
四、探究方法與驗證步驟							
一、研究設備與器材							
燒杯與容量瓶、磁攪拌裝置、乾燥管、分光光度計、抽風櫥、紫外燈、電子秤、臭氧機、							
							
碘化鉀	鋁粉	鎂粉	鐵粉	碳粉	矽膠粉	活性碳粉	二氧化鈦

二、研究架構



圖一、實驗架構流程圖

三、探究方法

(一)概述

分析臺灣各監測站十年內的平均污染物濃度變化(消長百分比)

實驗一：改變照光方式對臭氧分解的影響

實驗二：不同材料對臭氧分解的影響

(二)實驗步驟

實驗一：

1. 配置 1M 碘化鉀 200mL，平分成四杯至燒杯並放入磁攪拌子，置入抽風櫥磁攪拌裝置上，設定轉速 6。
2. 變因：照光
 - a. 關閉抽風櫥日光燈，透明玻璃窗以不透光木板遮擋。
 - b. 開啟抽風櫥內日光燈，透明玻璃窗以不透光木板遮擋。
 - c. 關閉抽風櫥日光燈，外接紫外光燈，透明玻璃窗以不透光木板遮擋。
3. 每 15 分鐘取出一杯，取適量至分光光度計。



實驗二：

1. 配置 1M 碘化鉀 200mL，平分成四杯至燒杯並放入磁攪拌子，置入抽風櫥磁攪拌裝置上，設定轉速 6。
2. 自製過濾裝置：
 - a. 將乾燥管內填裝 1g 待測粉末材料。
 - b. 乾燥管兩側以 0.25g 棉花堵塞粗端、以 0.01g 棉花堵塞細端，防止粉末飛濺影響結果。
3. 變因：



a. 對照組：棉花

b. 實驗組：鋁粉、鎂粉、鐵粉、石墨碳粉、活性碳粉、層析用矽膠粉、二氧化鈦粉

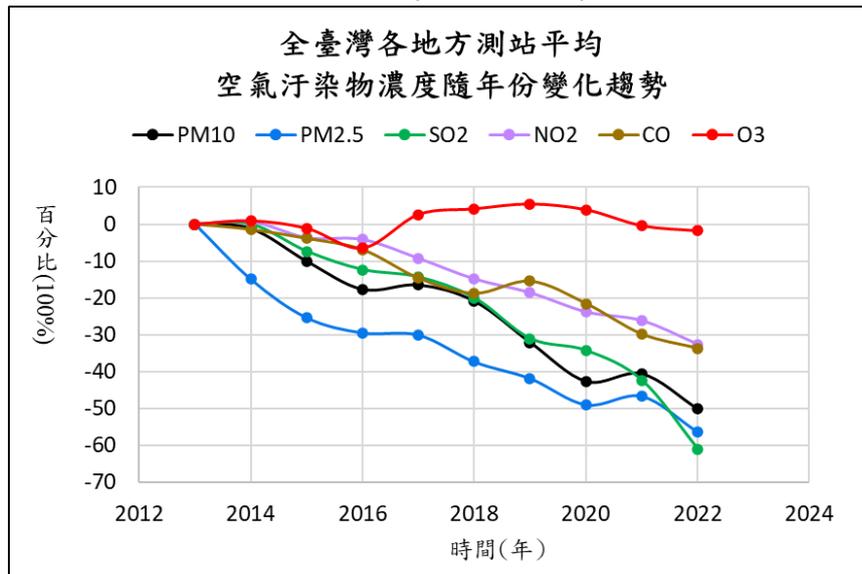
4. 臭氧機輸出氣體之軟管前端連接過濾裝置，並固定於抽風櫥空間正中間。

5. 每 15 分鐘取出一杯，取適量至分光光度計。

四、實驗結果

(一)分析

臺灣各監測站十年內的平均汙染物濃度變化(消長百分比)



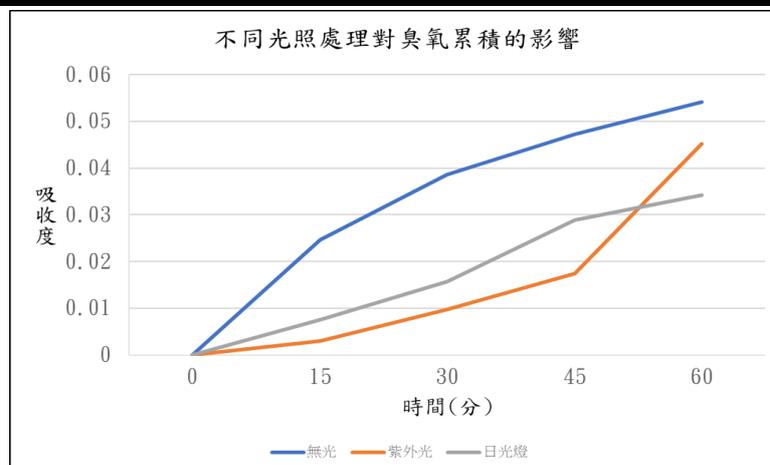
圖二、全臺灣的汙染物其濃度隨年份之變化

(二)實驗

實驗一：不同光照處理對臭氧分解的影響

表一、不同光照處理後，對吸收度的影響：

平均吸收度	0 分鐘	15 分鐘	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘
日光燈	0	0.008	0.016	0.029	0.034
紫外光	0	0.003	0.010	0.018	0.045
無光	0	0.025	0.039	0.047	0.054



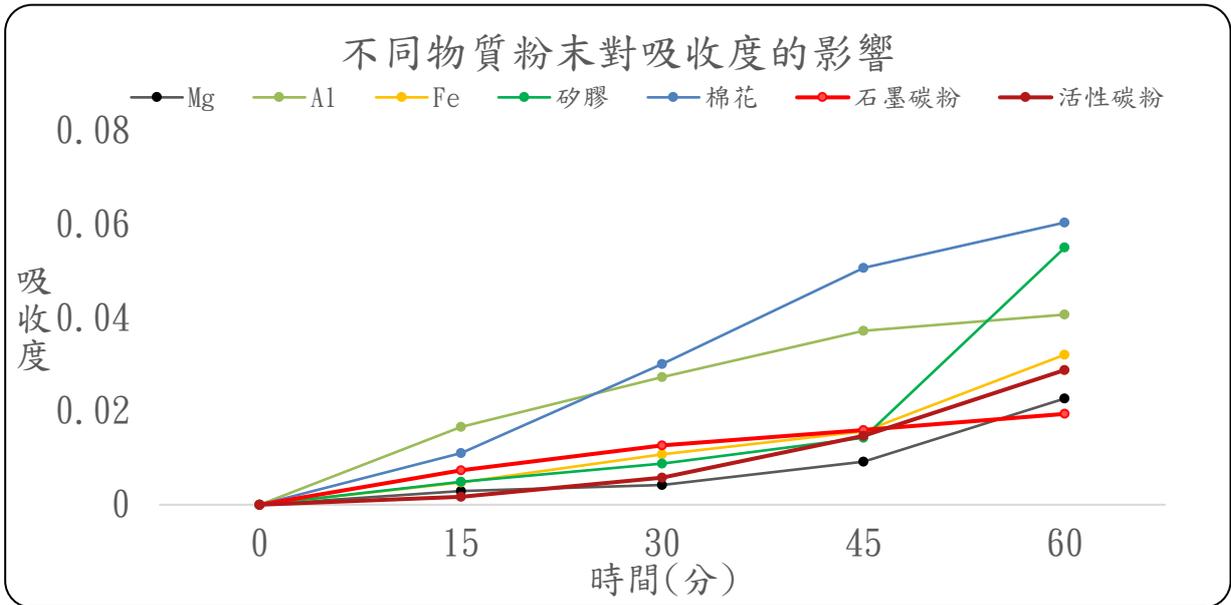
圖三、不同光照處理對碘化鉀吸收度的影響



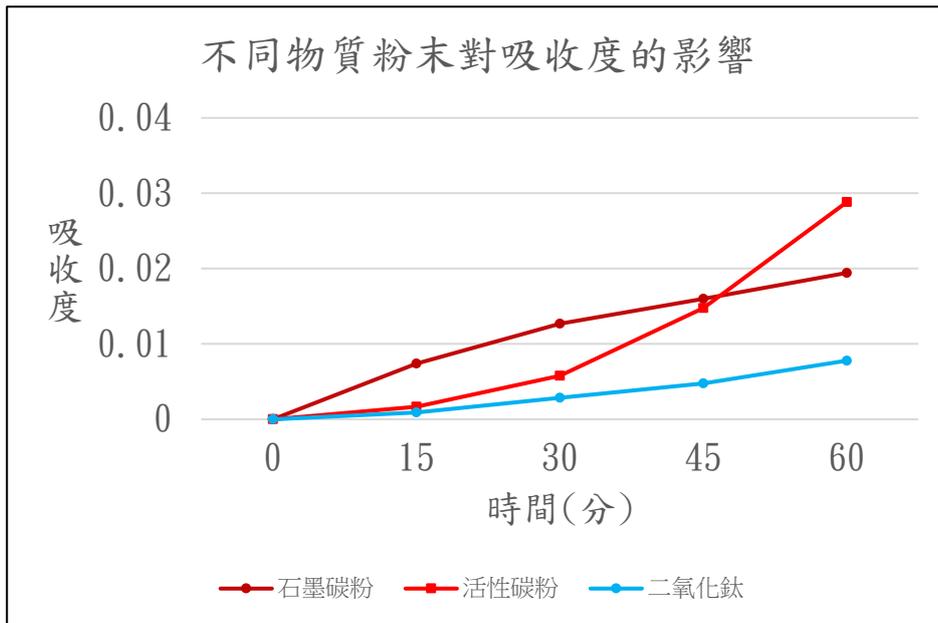
實驗二：不同材料對臭氧分解的影響

表二、粉末材料放置於臭氧出風口後，碘化鉀吸收度變化：

平均吸收度	0 分鐘	15 分鐘	30 分鐘	45 分鐘	60 分鐘
棉花 (對照組)	0	0.011	0.030	0.051	0.060
鎂粉	0	0.003	0.004	0.009	0.023
鋁粉	0	0.017	0.027	0.037	0.041
鐵粉	0	0.005	0.011	0.016	0.032
碳粉	0	0.007	0.013	0.016	0.019
矽膠粉末	0	0.005	0.009	0.014	0.055
活性碳粉	0	0.002	0.006	0.015	0.029
二氧化鈦	0	0.001	0.003	0.005	0.008



圖四、不同物質粉末對吸收度的影響



圖五、不同物質粉末對吸收度影響(石墨、活性碳、二氧化鈦)

五、結論與生活應用

一、 結論

(一)分析臺灣各監測站十年內的平均汙染物濃度變化：

由分析結果得知，在近 10 年台灣地區的空氣汙染物都有明顯的降低，除了臭氧，臭氧在近十年幾乎沒有下降。

(二)不同光照處理對臭氧分解的影響：

從實驗一中可知，紫外光對空氣中臭氧的分解率(在臭氧沒有持續補充的情況下)最佳，因此光的能量越強，分解臭氧的能力就越強。

(三)不同材料對臭氧分解的影響：

1. 由實驗二可知，金屬鎂具有高氧化電位的活性大特徵，能夠還原臭氧使吸光度最低，超過 45 分鐘後因鎂為限量試劑而漸漸耗盡，因而吸光度略微上升。活性碳粉本身為還原劑，再加上表面含有多孔洞，因此 45 分鐘前相較石墨碳粉能夠更有效的降低吸光度；約 50 分鐘時，活性碳粉與石墨碳粉吸收度-時間曲線相交，因為活性碳還原臭氧後形成二氧化碳、一氧化碳，逸散的二氧化碳與一氧化碳氣體影響臭氧與活性碳之間的氧化還原反應。將效果最好的石墨粉末以及活性碳粉末與二氧化鈦粉末比較發現，粉狀物質對臭氧的分解效率只有二氧化鈦較為穩定(圖四、五)，而其他物質在 60 分鐘時的吸光度數值皆高於二氧化鈦，且較不穩定。

二、 生活應用

1. 因應疫情口罩的廣泛應用，期望將石墨碳粉末盛裝在小型過濾器，並結合口罩戴在面部遮住口鼻，用以過濾分解臭氧；至於二氧化鈦粉末則是製作成戶外型的口罩，經過光照射之後的二氧化鈦具光觸媒的效果。
2. 將能有效分解臭氧的石墨碳、活性碳、二氧化鈦粉末做成塗層塗抹在網狀材料上，形成複合材料，安裝在電器散熱口(機器排氣孔)以便過濾後再排放，減少廢臭氧濃度的累積。

參考資料

- 一、Drew B. Day, PhD1; Jianbang Xiang, BS2,3; Jinhan Mo, PhD2,3; et al (2017). Association of Ozone Exposure With Cardiorespiratory Pathophysiologic Mechanisms in Healthy Adults. JAMA Intern Med. 177(9):1344-1353. <https://reurl.cc/kla0Kq>
- 二、行政院環境保護署 空氣品質監測網 <https://airtw.epa.gov.tw/CHT/Default.aspx>
- 三、孔令玉 (2007)。彩色濾光片廠 UV 清洗機臭氧逸散調查及改善研究。國立交通大學工學院產業安全與防災學程研究所。
- 四、Hoek G, Schwartz JD, Groot B and Eilers P (1997). Effects of ambient particulate matter and ozone on daily mortality in Rotterdam, The Netherlands. Arch Environ Health 52: 455-463
- 五、劉方雅 (2016)。2010 年-2014 年台中市臭氧及臭氧相關因子之探討。國立中興大學環境工程學系。

六、Booker, F., Muntifering, R., McGrath, M., Burkey, K., Decoteau, D., Fiscus, E., Manning, W., Sagar, K., Arthur, C. and Grantz, D. (2009) The Ozone Component of Global Change: Potential Effects on Agricultural and Horticultural Plant Yield, Product Quality and Interactions with Invasive Species. *Journal of Integrative Plant Biology*, 51, 337-351.
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2008.00805.x>

七、<https://kknews.cc/home/ggnxrlm.html>

八、翰林版 選修化學(IV) 第一章 氧化還原

九、翰林版 選修化學(II) 第三章 反應速率-二氧化鈦光觸媒