

2024 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：奈米科技應用之一—玻璃清潔小能手

一、摘要

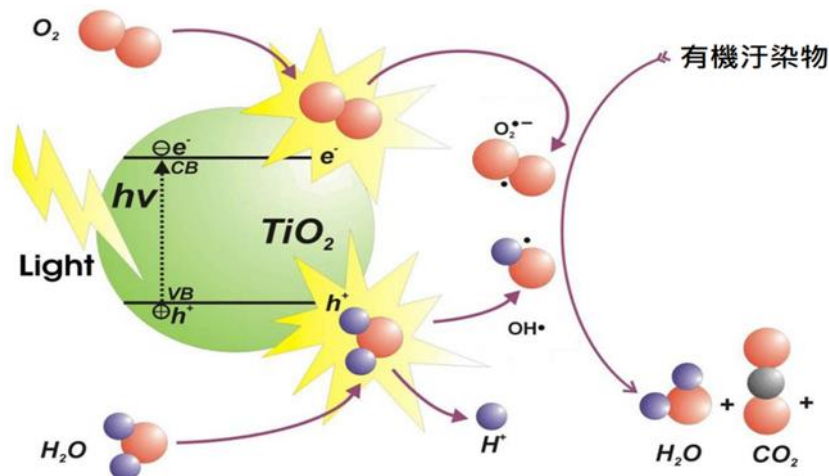
生活上很多物品到有用到奈米二氧化鈦，像農田抗菌劑、衛生陶瓷潔具、水處理、新型抗菌螢光燈等等，但是奈米二氧化鈦的用途是什麼呢？它也可以是無毒的光催化劑，可起到淨化氣體、抗菌除臭的作用。我們製作了附有二氧化鈦薄膜的玻璃片，並對其進行了防汙效果的驗證。

二、探究題目與動機

前一陣子，我們看到教室的玻璃有點髒，突然想要試試看有什麼東西能讓玻璃長久保持乾淨，於是我們就想到了二氧化鈦，它的優點有光觸媒活性高，具有高度物理與化學安定性，無毒害，耐酸鹼，也了解到奈米級二氧化鈦為光觸媒，具有抗菌除臭的功效，是一種透過光產生化學作用，可將有害化學物質分解，得以淨化環境並防止污染。經過文獻搜尋，其還具有超親水性，而一般自潔表面都有奈米級的防護層，像是荷葉，因此結合「奈米」、「光觸媒抗菌除臭」、「超親水性」等特點，因此我們希望能利用玻璃結合奈米二氧化鈦，來達到使玻璃長久維持潔淨光亮的目標。

二氧化鈦 (Titanium dioxide, TiO_2) 在適當波長之光照射後，其物理結構中價電帶 (valence band) 的電子會被激發至導電帶 (conduction band, CB)，形成自由電子 (electron, e^-)，價電帶的電子受激發脫離後，將形成電洞 (electron hole, h^+)，使原子電荷達到平衡。

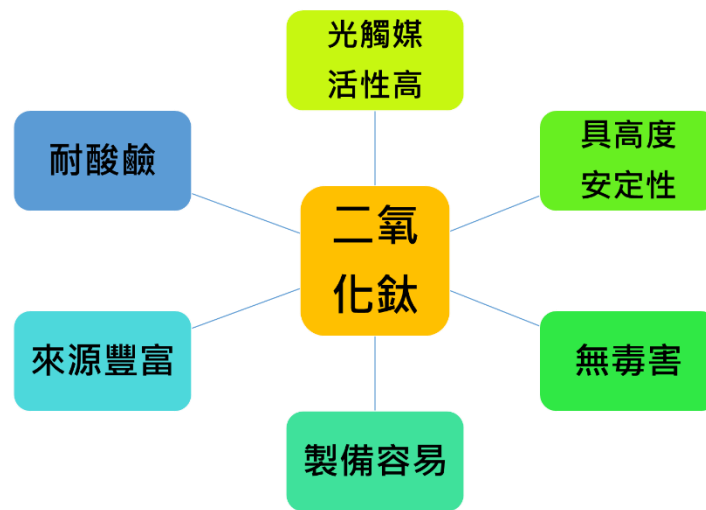
當二氧化鈦表面的電子(e^-)與污染物發生光還原反應，使之還原成價數較低的狀態，此時，二氧化鈦表面的電洞(h^+)可將有機污染物分解產生中間產物、二氧化碳與水。



圖一：二氧化鈦有機汙染物之產物 (出處：highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/)

光觸媒在光照下產生電子與電洞，使空氣中的氧氣與水分子變為不安定的自由基，再引發有機物質的氧化或還原反應。

光觸媒應用之研究中以二氧化鈦 (Titanium Dioxide, TiO_2) 為主的光催化 (photocatalysis) 最為廣泛。使用二氧化鈦的理由如下(如圖一所示)：(1)光觸媒活性高，(2)具有高度物理與化學安定性，(3)無毒害，(4)耐酸鹼，(5)容易製備，(6)來源豐富，成本低廉，故適合大量使用。



圖二：二氧化鈦特性

三、探究目的與假設

實驗目的：

在玻璃表面建立奈米級二氧化鈦薄膜並驗證其光觸媒防汙效果













實驗探討：

- 一、探討經由不同溶液蝕刻後，經奈米二氧化鈦處理之玻璃表面的防汙效果
- 二、探討不同蝕刻時間的玻璃表面，經奈米二氧化鈦處理後的防汙效果
- 三、探討奈米二氧化鈦的有無，對防汙能力的影響
- 四、探討不同處理方式的表面，對不同污漬的防汙能力

四、探究方法與驗證步驟













實驗一：探討經由不同溶液蝕刻後，經奈米二氧化鈦處理之表面的防汙效果

1. 將 60 g 的水與 30 g 的矽酸鈉於燒杯中混合
2. 利用超聲波震盪器 50 w 將其震至均勻
3. 將兩片載玻片部分泡入其中，靜置三小時
4. 將兩片載玻片取出，清洗並晾乾 (大約 30 分鐘)
5. 將其中一片再泡入奈米二氧化鈦懸浮液，重複浸泡 3~5 次，待其風乾
6. 用滴管滴水至有處理過的表面，並觀察其情形
7. 將步驟 1 中的矽酸鈉換成：(a) 矽酸鉀、(b) 6 M 氫氧化鉀，並重覆上述步驟

操作	未經過奈米二氧化鈦處理			經過奈米二氧化鈦處理		
	矽酸鈉	矽酸鉀	氫氧化鉀	矽酸鈉	矽酸鉀	氫氧化鉀
表面平放 滴水						
滴水後 豎起表面 平放觀察 觀察殘痕 的水痕						



實驗二：探討不同蝕刻時間的表面，經奈米二氧化鈦處理後的防汙效果

1. 配置：6 M 氫氧化鉀、矽酸鈉水溶液、矽酸鉀水溶液（參考實驗一之步驟 1）
2. 每杯蝕刻溶液中皆放入兩片載玻片，靜置一小時
3. 將載玻片取出，清洗並晾乾（大約 30 分鐘）
4. 將其中一片再泡入奈米二氧化鈦懸浮液，重複浸泡 3~5 次，待其風乾
5. 用滴管滴水至有處理過的表面，並觀察其情形
6. 將步驟 2 中的一小時換成：(a) 兩小時、(b) 三小時，並重覆上述步驟

操作	氫氧化鉀未經過奈米二氧化鈦處理			氫氧化鉀經過奈米二氧化鈦處理		
	一小時	兩小時	三小時	一小時	兩小時	三小時
表面平放 滴水						
滴水後 豎起表面 平放觀察 觀察殘痕 的水痕						

實驗三：探討不同處理方式的表面，對不同污漬的防汙能力

1. 配置：6 M 氫氧化鉀、矽酸鈉水溶液、矽酸鉀水溶液（參考實驗一之步驟 1）
2. 每杯蝕刻溶液中皆放入兩片載玻片，靜置三小時
3. 將載玻片取出，清洗並晾乾（大約 30 分鐘）
4. 將其中一片再泡入奈米二氧化鈦懸浮液，重複浸泡 3~5 次，待其風乾
5. 用滴管取黑色色素液滴至有處理過的表面，並觀察其情形

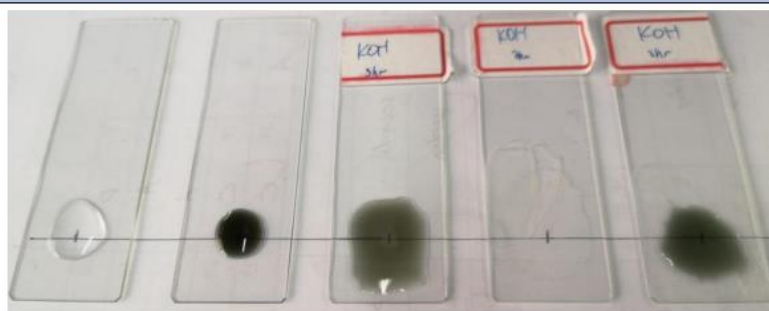
表面處理	未處理	未處理	氫氧化鈉蝕刻	氫氧化鈉蝕刻 經奈米二氧化鈦處理	氫氧化鈉蝕刻 經奈米二氧化鈦處理
污漬來源	自來水	黑色色素液體	黑色色素液體	自來水	黑色色素液體
滴水前 表面					
表面平放 滴水					

實驗四：防汙結果測試

1. 先將處理過的表面平放在桌上，滴水後先觀察現象
2. 將滴水的表面豎起，待水滴滑落，之後平放在桌上，觀察是否有水痕留下

表面處理	未處理	未處理	氫氧化鈉蝕刻	氫氧化鉀蝕刻 經奈米二氧化鈦處理	氫氧化鉀蝕刻 經奈米二氧化鈦處理
污漬來源	自來水	黑色色素液體	黑色色素液體	自來水	黑色色素液體
滴水後 豎起表面平 放觀察					
觀察殘留 的水痕					

綜合比較



五、結論與生活應用

一、表面經由不同溶液蝕刻後，再經奈米二氧化鈦處理，由實驗結果對比發現，表面經由氫氧化鉀蝕刻的防汙效果最佳，矽酸鉀次之，矽酸鈉最差。



二、由實驗二結果比較，表面蝕刻時間越長，有助於奈米二氧化鈦附著，去汙能力越好。

三、經由實驗發現，表面存有奈米二氧化鈦，確實有助於提升表面的防汙能力，較不容易殘留水痕。

四、表面經過處理的玻璃，對黑色色素液體的防汙能力仍不佳。

參考資料

1. 環保新尖兵—二氧化鈦光催化反應及應用。楊政憲。
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=43788>
2. 原來光觸媒是這麼回事 張志玲《科學發展》特約文字編輯 科技大觀園
<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=9a00a33d-f4cc-4559-a181-42f813bffb57>
3. 環保新尖兵—二氧化鈦光觸媒之簡介。楊政憲。
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48180>
4. 國立自然科學博物館/國立科技工藝博物館：看不見的尺度-奈米特展
<https://www.nmns.edu.tw/ch/exhibitions/special-exhibitions/Exhibition-000035/>
5. 張家君、黃育屏 (2003 年)。奈米使你變美了！-奈米二氧化鈦在化妝品上的應用。臺灣網路科教館。
<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=2732>
6. 王亮鈞、吳建緯、呂韋靈 (民國 101 年)。雨過水留痕 - 防止外牆汙染之設計。臺灣網路科教館。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=9805>

7. 林瑋隆、李頂立（2007年）。表面粗糙結構對疏水性影響之應用與研究。臺灣網路科教館。

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=1&sid=3096>

8. まじめに。。。超親水性のしくみ。 <https://ameblo.jp/swell-llc/entry-12098012984.html>。