

化學-奈米光觸媒之效能探討

壹、研究動機

在化學課學習到當塊才變成奈米材時，就會有不同的物理和化學性質，尤其奈米光觸媒的神奇功能，居然能除臭滅菌的效果，激起了我們想證明確實有如此功效，所以展開一系列的研究。

貳、研究目的

一、使用的染料是甲基藍和羅丹明 B，這個染料是用以模擬有機廢料，並使用奈米級的二氧化鈦當作光的催化劑，用穿透率圖表能看出兩種染料的吸收波長並對比降解效率

二、使用比爾定律來計算穿透率的數值，在這次研究我們發現當被分解的材料能隙越小，越容易看得出降解效果

三、二氧化鈦在當作光催化劑降解甲基藍時，650nm 左右的光波長吸收度最好，而羅丹明 B 則是在 550nm 左右，由此可見不同材料吸收度最好的光波長並不相同

四、證明二氧化鈦奈米光觸媒，在照射紫外線後，確實可以分解有機材質

參、研究設備之器材

實驗器材：

離心機、精密天秤、分度吸量管、分光光度計、滴管、玻棒、燒杯、比色瓶、容量瓶、離心試管、暗箱、紫外燈管(UVA)、磁石。

實驗藥品：

市售二氧化鈦(學名：TiO₂)、甲基藍、羅丹明、去離子水、磁石。

肆、研究過程及方法

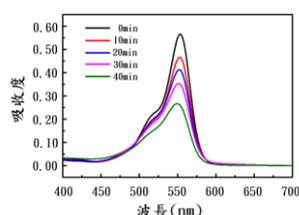
我們先秤出二氧化鈦 0.01g(*2)，分別加入甲基藍和羅丹明 B 溶液，兩種溶液各分到五個比色瓶中，分成在暗箱照射 0 分鐘、10 分鐘、20 分鐘.....以此類推到 40 分鐘的紫外光，當時間到的時候我會把比色瓶拿出，拿去做離心的動作，離心後將溶液放入新的一組比色瓶當中，去使用分光光度計來量濃度，藉此推估材料對光的降解效果。

伍、研究結果

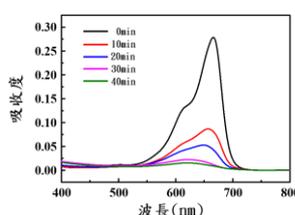
1.比爾定律與其公式計算：比爾定律，是光吸收的基本定律，適用於所有的電磁輻射和所有的吸光物質，包括氣體、固體、液體、分子、原子和離子。比爾-朗伯定律是吸光光度法、比色分析法和光電比色法的定量基礎。而吸收介質的濃度愈大，介質的厚度愈大，則光強度的減弱愈顯著。我們用的公式為比爾定律中所提出的原理的關係式： $A = \epsilon bc$ ，其中的 A 代表吸收度， ϵ 代表吸收係數，b 是光徑，c 為濃度。

	0 分鐘	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘
甲基藍	$\epsilon = 1.36460784$	$\epsilon = 0.39661765$	$\epsilon = 0.2092647059$	$\epsilon = 0.05691176$	$\epsilon = 0.0429411765$
羅丹明 B	$\epsilon = 0.1414475$	$\epsilon = 0.116525$	$\epsilon = 0.103055$	$\epsilon = 0.087825$	$\epsilon = 0.070125$

根據計算結果顯示 ϵ 數值越大代表藥品剩下未降解濃度越大，也表示羅丹明 B 的濃度跟甲基藍不管在哪段時間降解效果遠比甲基藍差。而甲基藍 30 分鐘和 40 分鐘的吸收係數差遠比另外三組差小許多，因此我們知道甲基藍在 30 分鐘時已經被降解的差不多了。以下圖表是我們把用分光光度計的結果做成的圖表，左邊是甲基藍，右邊是羅丹明 B。



3.一級反應公式和計算

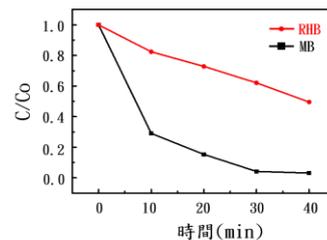


$$\log [A] = -\frac{k}{2.303} t + \log [A_0]$$
是一級反應的公式，

其中 $\log [A]$ 是降解後的濃度， $\log[A_0]$ 是還未降解的濃度，而 t 是時間(單位：分鐘)， k 是反應常數，而 k 越大，代表反應速率越快。未寫0分鐘是因為0分鐘當作 $\log[A_0]$ 去計算其他四管的 k 。

	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	40 分鐘
甲基藍	$k=0.04547734$	$k=0.0271397$	$k=0.02041904$	$k=0.1552337$
羅丹明 B	$k=0.02295861$	$k=0.02295861$	$k=0.01768359$	$k=0.01642557$

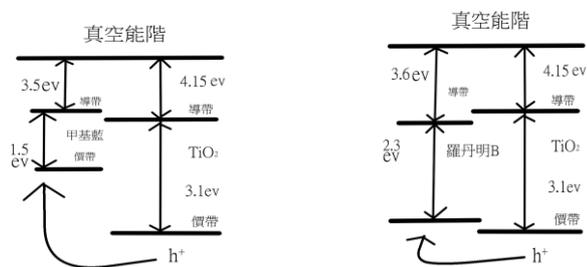
這是我們根據比爾定律和分光光度計所做成的甲基藍和羅丹明 B 的吸收度比較的結果，其中 C 是藥品照射紫外光降解後的濃度， C_0 是還未降解的濃度。甲基藍的數線在0-10分鐘時降解最快，到後面斜率越變越小，到30-40分鐘時甚至趨近於水平線。而羅丹明 B 的則是一直平緩的下降。



陸、討論

一、材料能隙的不同對紫外光線的降解程度有很大的差別

是有差別的，甲基藍的能隙是1.5eV，而羅丹明 B 的能隙是2.3eV，因為價帶電子要跳過能隙至導帶時需要能量，兩者皆使用二氧化鈦產生的電子電洞對跳上去，而甲基藍的能隙只有1.5eV，自然甲基藍的催化效果要比羅丹明 B 好上許多。



二、奈米二氧化鈦作為光觸媒的好處

光觸媒的定義是能夠將光能轉換為化學能，並且在光觸媒材料上加快觸媒速率，而光觸媒本身並不會減少或增加質量，如一般的化學催化劑。

二氧化鈦目前在學界是非常優良的奈米光觸媒，其優點有許多，如：在酸鹼環境中不容易變質，價格相對便宜，容易取得和製備、無毒、去汙除臭、抗拒抗癌.....是目前最有潛力去發展的光觸媒。

三、這個實驗跟生活有什麼樣的關係

在生活上，我們可以將瓷磚換成有光觸媒的材質，吸收太陽光(紫外光)便能有效的分解細菌，進而達到清潔的效果。我們也可以利用這個原理有效地降解室內有害氣體。

柒、結論

目前對於生物而言為相對友善的化學品，故以此作為光觸媒，在我們的實驗中我們加入0.01g的二氧化鈦，使甲基藍和羅丹明 B 兩種藥品產生降解效果。從這個實驗可知，我們有機會運用這個方法來實際有效的分解有機廢棄物。在生活應用的部分像是空氣清淨機、磁磚(浴室、廁所、廚房等地方)、汽車的玻璃與後照鏡等。我們希望未來可以嘗試其他的光觸媒，並發現是否會有更優良的效果，或許可以把現在環境問題解決的更好。

捌、參考資料及其他

- Optik 127 (2016) 7143 – 7154, Photocatalytic reaction and degradation of methylene blue on TiO₂ nano-sized particle