

2014 高雄市第 54 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科（類）別：化工、衛工及環工科

組 別：高職組

作品名稱：「催璨」的太陽光

—利用異相光催化法降解口服藥水—

關鍵詞：異相光催化、二氧化鈦、水污染

編號：4315

摘要

本組探討 3 種市售口服藥水安佳熱、咳得寧和甘草止咳水對綠豆、浮萍及小魚生長的影響，由 10%三種藥水種植的綠豆發芽情況不佳、發黑、潰爛、發出惡臭、產生果蠅。

在 5%藥水中的小魚分別在 4~48 小時內死亡，浮萍的葉子不但發黃、發黑，有的還全部爛掉。

以TiO₂光催化降解市售口服藥水，目前僅以藥水外觀的顏色判斷降解效果。254nm和 365nm紫外光的催化降解效果不佳，此與文獻不符。由顏色變化較明顯的安佳熱來說，以太陽光照射，0.1g TiO₂/10mL藥水的降解速率大於 0.01gTiO₂/10mL藥水。0.01gTiO₂/10mL藥水在半小時~1 小時褪色明顯，且離心回收的TiO₂依然有很好的降解效果。

壹、 研究動機

看見台灣，看見家鄉後勁溪受污染一案，燃起了我們對環境的關懷。家裡是開藥局的，那些隨手可得的成藥，是否會被隨意棄置，造成環境污染。固體的醫藥化學品若沒有回收，則會棄置於垃圾桶，經由焚化爐的高溫而分解。液體的醫藥化學品可能會被倒入洗手槽而到下水道，污染了水源。普通化學第七章介紹了自來水淨化的程序，本組將探討口服藥水對生態環境的影響，及降水口服藥水的方法。

貳、 研究目的

- 一、市售口服藥水對綠豆生長的影響。
- 二、市售口服藥水對浮萍、小魚生長的影響。
- 三、探討太陽光、短波（254nm）紫外光、長波（365nm）紫外光降解市售口服藥水的效果。
- 四、改變二氧化鈦的量，探討其降解市售口服藥水的效果。
- 五、探討光催化劑回收再利用的可能。
- 六、利用不同的光催化劑，探討其降解市售口服藥水的效果。

參、 研究設備器材

表 1、實驗器材與藥品

器材與藥品名稱	規格	數量
培養皿	9cm	40個
綠豆		數十顆
量筒	100mL、50mL、10mL	各1個
滴管	3mL	4支
塑膠盒		4個
小魚		數條
浮萍		數棵
二氧化鈦	奈米級	10克
離心試管		30支
離心機		1台
紫外光燈	254/365nm	1組



圖 1、紫外燈及燈箱

表 2、口服藥水的名稱與成分

藥物	成分	效用
安佳熱(草莓口味)	Acetaminophen(Panadol 普拿疼)	止痛、退燒
咳得寧	codeine phosphate (磷酸可得因)	止咳
	DL-methylephedrinelfydrochloride (DL-甲基麻黃素)	氣管擴張
	Chlorpheniraminemaleate (抗組織胺劑)	流鼻水
	Potassium guaiacol sulfouate (怯痰劑)	怯痰
	Platycodon fluid Extrect (桔梗浸膏)	排痰
甘草止咳水	Glycyrrhiza Fluid Extract (甘草浸煮)	
	Opium Tincture(阿片酊)	止咳
	Antimony potassium Tartrate (酒石酸鉀)	
	Ethyl Nitrite Spirit	

肆、 文獻探討及相關理論

一、廢棄醫藥對河流的污染

德國在 2000 年發現有些河流及地下水層等飲用水源有被消炎藥、抗癲癇藥及降脂藥污染的跡象。美國對國內 139 條河流進行的取樣化驗也發現 80% 的河流中有抗生素、激素等藥品的殘留物。

根據臺灣大學環境工程學系的研究，大漢溪測得抗生素最高濃度 75ppb，為歐盟制定必須進行環境風險評估標準 0.01ppb 的 7500 倍⁷。新店溪也驗出止痛藥和雌激素，連咖啡因都有。

現代淨水及污水處理系統對於分解常用的藥品成效有限，而我國的污水處理系統，若為生物處理，就可能用微生物把藥物中的鍵結打斷或分解；若為化學處理的話，就可能是加明礬來幫助凝聚；如果是物理處理的話，就有可能是使用大表面積的活性碳，將水中的雜質去除。

二、一般自來水廠淨化水的過程

(一)、沉澱與凝聚法

將水靜置在沉降池，讓顆粒較大的泥沙沉澱，懸浮粒子藉由凝聚劑（可溶性的明礬或鐵鹽），在水中會產生膠體物質。

(二)、過濾法

經過凝聚處理過後的水通過過濾池，除去懸浮物，而過濾池會採用 6 池的設計。重力是過濾的設計，並以砂、無煙煤做為濾料，最底層為濾層⁹。

(三)、曝氣法

水和空氣的接觸面積加大，以去除水中的揮發性物質，增加含氧量，加速有機物的分解。

(四)、除臭

讓水通過活性碳過濾床，以吸附除去水中的臭味、顏色等¹。

(五)、消毒

使用高壓液態氯氣，濃度高達 0.2~1ppm 時，去除水中的病菌，水中的餘氯可以確保在安全與衛生的輸送過程中，但會殘留臭味，且會產生致癌物。另一種消毒劑是臭氧，且不會殘留臭味，但成本高，且無法防止水再被汙染。



圖 2、現在我國的污水處理及自來水處理。

三、市售口服藥物成分分析法

Acetaminophen(乙醯氨基酚)、磷酸可得因、Glycyrrhiza Fluid Extract(甘草浸煮)、Opium Tincture(阿片酊)等均可使用高效能液相層析儀分析 (HPLC)。

四、異相光催化

能與反應物反應，改變反應機構、活化能及產生新的活化複體，最後又回來的物質稱為催化劑。能夠降低反應的活化能，使反應速率加快的催化劑稱為正催化劑²。光催化(Photocatalysis)是指光照射在觸媒(催化劑)上，使觸媒處於激發態，促使與觸媒接觸之物質產生變化的過程⁵。

異相光催化中的異相，是指反應物與催化劑不同相，例如以TiO₂及ZnO進行光催化降解水環境中的愷他命、嗎啡及甲基安非他命³，TiO₂及ZnO為固相，而反應物為液相。

五、TiO₂光觸媒

光催化性是奈米半導體特性之一，要使TiO₂的電子由價帶躍遷至導帶，外來的光源須電子足夠的能量以跨越能隙。TiO₂的能隙約 3.2eV，換算後激發電子躍遷所需光能的波長是 387.5nm，此在紫外光 256~390nm的範圍⁴。

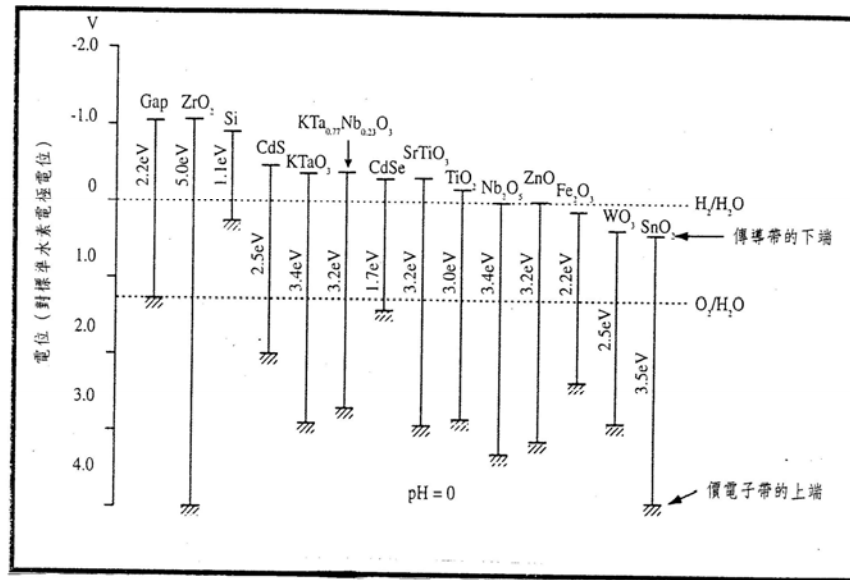
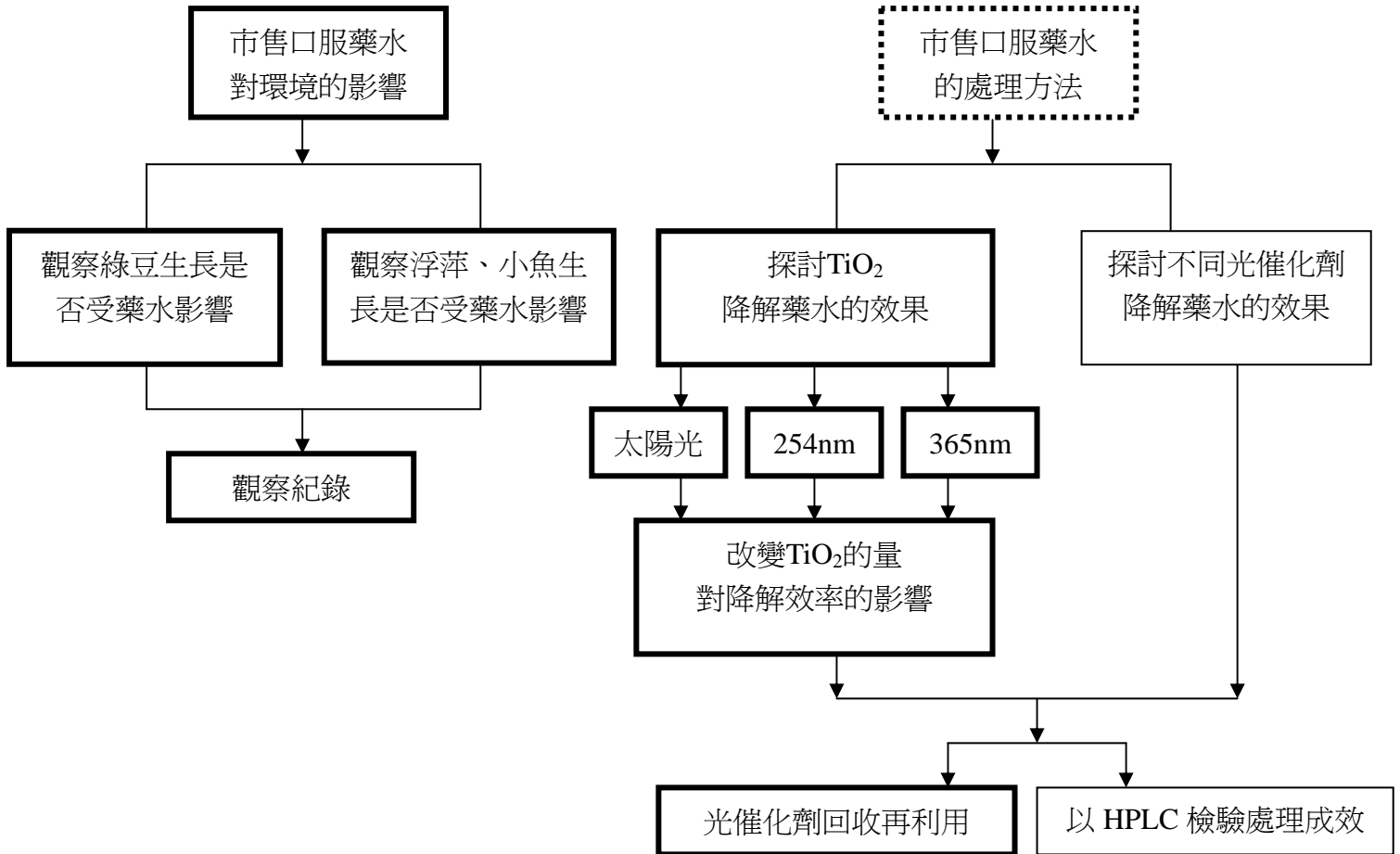


圖 3、常見半導體之能階間距分佈圖⁵

伍、 研究過程


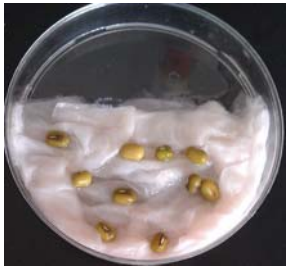

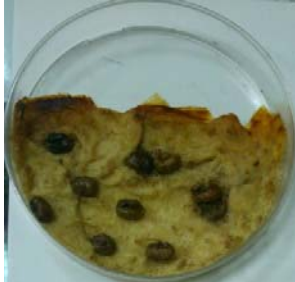
一、研究流程圖（框線較粗的表示已完成；虛線表示進行中）



(三)、實驗紀錄與觀察



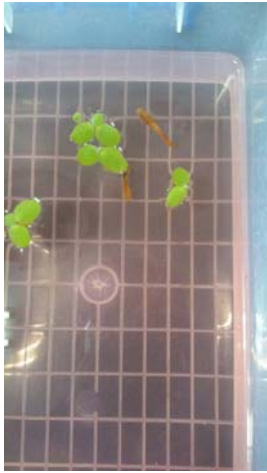








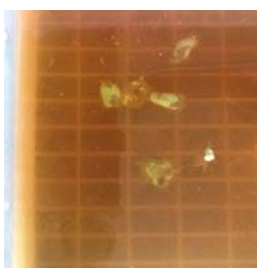
一、市售口服藥水對綠豆生長的影響。

表 3、綠豆之成長記錄

	自來水	咳得寧	安佳熱	甘草止咳水
第一天				
第五天	 有 2 顆長到 6cm		 有 2 顆已潰爛	
第十天	 有 7 顆長到 15-20cm	 有 8 顆已潰爛	 有 6 顆已潰爛	 有 1 顆有發芽，有 8 顆已潰爛

二、市售口服藥水對浮萍、小魚生長的影響。

表 4、孔雀魚與浮萍之成長記錄（5%藥水）

	自來水	咳得寧	安佳熱	甘草止咳水
3/10 放入 小魚 及 浮萍				
藥水對小魚的影響	 3/14 魚還活著	 24 小時兩條全死	 48 小時兩條全死	 4 小時後兩條全死
藥水對浮萍的影響	 葉子保持原有的綠色	 有兩片葉子已變黃色	 有兩片葉子尖端變黃、變黑	 葉子都爛掉了

三、探討太陽光、短波（254nm）紫外光、長波（365nm）紫外光降解市售口服藥水的效果。

表 5、0.01gTiO₂/10mL藥水，以波長 254nm紫外光催化降解市售口服藥水

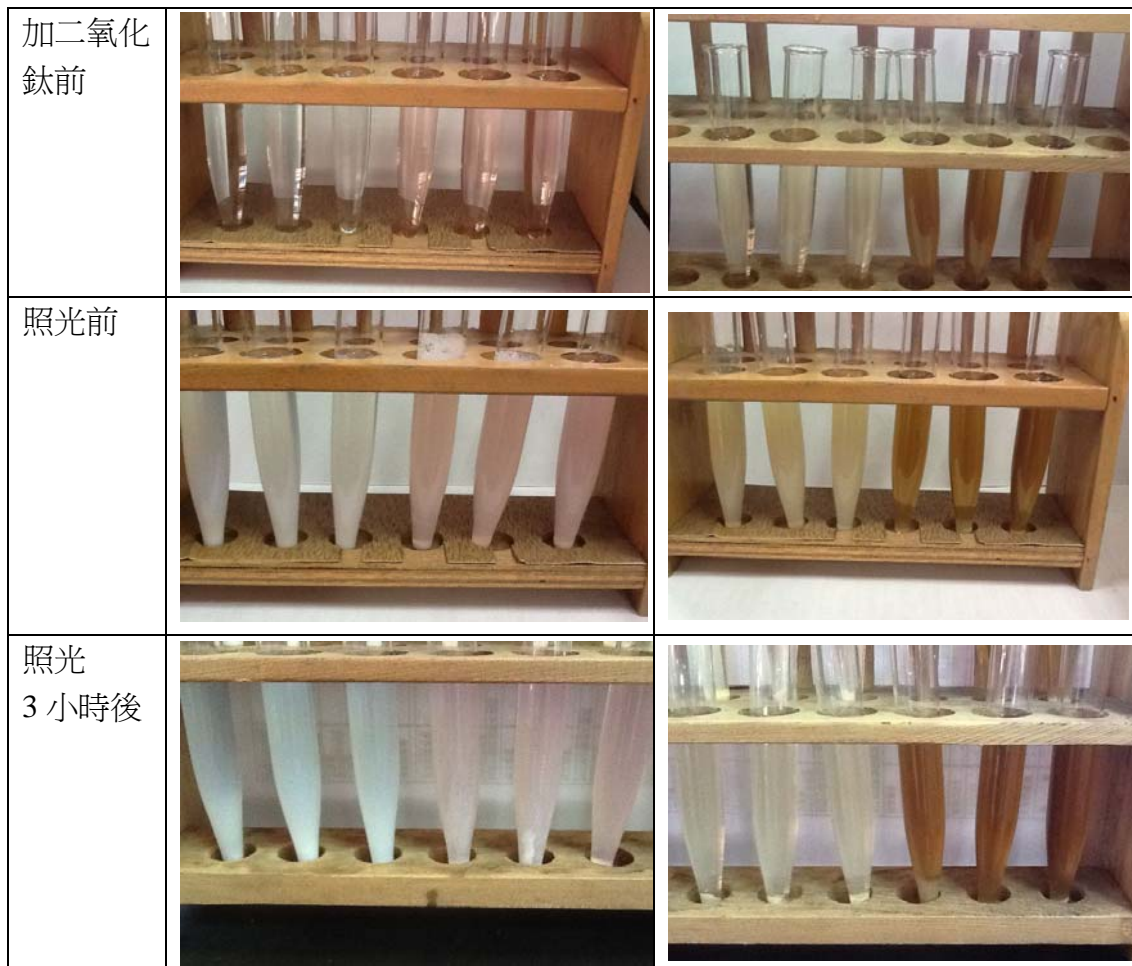


表 6、0.01gTiO₂/10mL藥水，以波長 365nm紫外光催化降解市售口服藥水

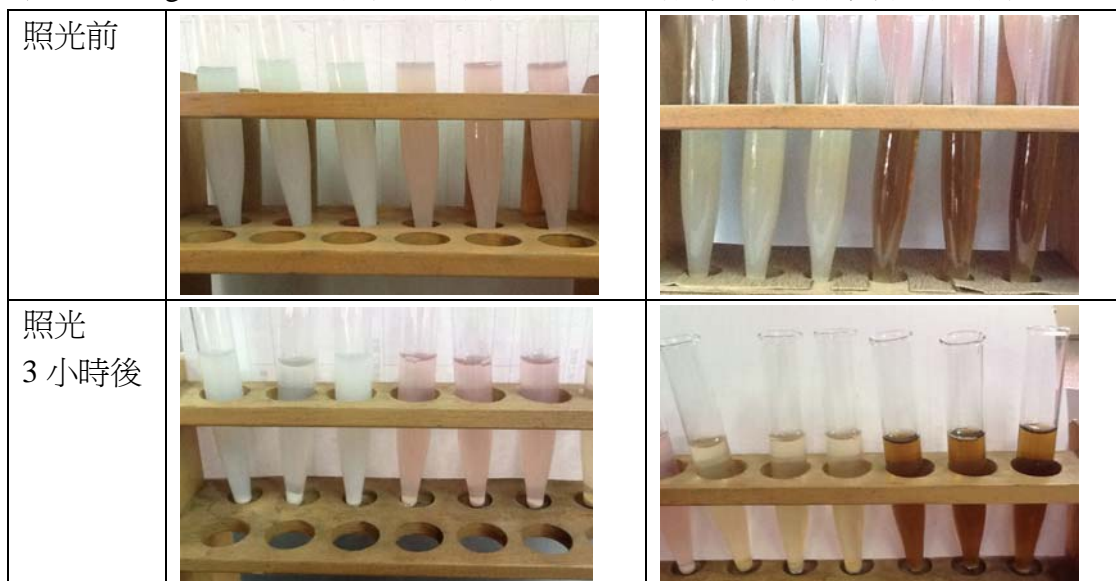

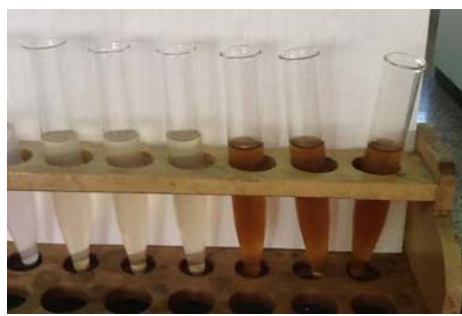






表 7、0.01gTiO₂/10mL藥水，以太陽光催化降解市售口服藥水

照光 1 小時後		
照光 2 小時後		
照光 3 小時後		

四、改變二氧化鈦的量，探討其降解市售口服藥水的效果。

表 8、0.1gTiO₂/10mL藥水，以太陽光催化降解市售口服藥水



五、探討光催化劑回收再利用的可能。

表 9、添加回收的二氧化鈦約 0.01 克，以太陽光催化降解市售口服藥水



陸、 研究結果與討論

一、市售口服藥水對綠豆生長情形的影響

在觀察綠豆生長情況的過程中，分別種了五批綠豆。前四批綠豆中的每一批，每個培養皿都放得很靠近，有可能因交叉污染而無法發芽。第五批綠豆在種植的過程中，每一種藥水種的綠豆都放在不同桌子上，以避開交叉污染的可能。前四批綠豆的生長情況不佳，但依然有差異性存在。

- (一)、 用蒸餾水所種的綠豆，是所有綠豆中生長最快、受到污染最少的，且有一大部分的綠豆有長高的情形。
- (二)、 用咳得寧所種的綠豆，成長的程度比用安佳熱所種的明顯，而受污染的速度也沒有很快，但最後所觀察到的污染是滿嚴重的，不只是全部潰爛，且還有 2 顆出現了發霉的現象
- (三)、 用安佳熱所種的綠豆，是所有綠豆中生長的最不明顯的(幾乎是可以說是沒有生長)，所受到的污染卻顯而易見，不僅僅是潰爛，並且還發黑、發霉。
- (四)、 用甘草止咳水種的綠豆，生長速度僅次於用蒸餾水所種的，但被污染的速度也不慢，而發黑以及潰爛的情形是最為嚴重的，雖然也有出現了發霉的現象，不過只有 1 顆。

第五批綠豆的生長情況，由表 3 得知，蒸餾水種的綠豆在第十天可以長到 15~~20cm 高，但是由 10%藥水種的綠豆，大多呈現潰爛、發臭，且沒有發芽。

二、市售口服藥水對浮萍、小魚生長的影響。

由表 4 得知用 5%的甘草止咳水、咳得寧和安佳熱藥水養的小魚，分別存活 4 小時、24 小時及 48 小時。而用自來水養的小魚在第 120 小時還活著。

在浮萍方面，除了自來水中的浮萍還呈現原來的綠色之外，咳得寧和安佳熱中的浮萍在第四天有部分呈現變黃、變黑的現象，而甘草止咳水中的浮萍已經爛掉了。

三、探討太陽光、短波（254nm）紫外光、長波（365nm）紫外光降解市售口服藥水的效果。

以TiO₂進行光催化降解市售口服藥水，在使用HPLC分析藥品成分是否被降解前，先以觀察藥水的顏色變化，來判斷降解的效果。但由實驗結果得知，在10毫升的藥水中添加0.01克或0.1克的TiO₂，使用波長254nm或365nm的紫外光照射3小時後，藥水的顏色並沒褪去。

四、改變二氧化鈦的量，探討其降解市售口服藥水的效果。

(一)、將0.01克的TiO₂加到水、安佳熱、咳得寧及甘草止咳水等溶液，照太陽光1小時後，安佳熱溶液很明顯的褪成白色，但其中有一瓶要等2小時才褪色。靜置一段時間後，大部分的都沈澱下來了。咳得寧及甘草止咳水等溶液也褪色了，但較不明顯。

(二)、將0.01克的TiO₂加到水、安佳熱及咳得寧等溶液時，會形成膠體溶液狀；甘草止咳水溶液則否。照太陽光3小時後離心，安佳熱、咳得寧、甘草止咳水等溶液變澄清。由此推知，TiO₂分散不佳。

(三)、將0.1克的TiO₂加到水、安佳熱、咳得寧及甘草止咳水等溶液，照太陽光30分鐘後，安佳熱溶液很明顯的褪成白色，靜置一段時間後，大部分的都沈澱下來了。咳得寧及甘草止咳水等溶液也褪色了，但較不明顯。

六、探討光催化劑回收再利用的可能

將降解後的藥水離心倒出上層液後，加入新配製的藥水與殘留在離心試管內的TiO₂反應。由表9得知，照光半小時後安佳熱溶液很明顯的褪成白色，其中一支殘留的顏色也在1小時後全都褪色了。咳得寧及甘草止咳水的褪色情況不明顯。

柒、 結論

- 一、 濃度 10%的市售口服藥水咳得寧、安佳熱和甘草止咳水等會嚴重影響綠豆的生長，造成發黑、潰爛等現象，而且還有惡臭、果蠅等影響到環境品質。
- 二、 濃度 5%的市售口服藥水咳得寧、安佳熱和甘草止咳水會影響小魚和浮萍的生存，其中以甘草止咳水的影響最嚴重。
- 三、 無論TiO₂的量是 0.01 克或 0.1 克，使用波長 254nm或 365nm的紫外光照射 3 小時後，藥水的顏色並沒褪去。此和文獻資料「小於 388nm的紫外光波長之光源，可激發TiO₂進而產生光催化作用」不符，此有待進一步研究。
- 四、 TiO₂的量會影響藥水褪色的速率，以安佳熱而言，在使用太陽光催化反應的情況下，添加 0.01 克TiO₂要半小時~1 小時才有明顯的褪色；但添加 0.1 克的在 30 分鐘內就有明顯的褪色。其中以安佳熱溶液最明顯。
- 五、 TiO₂在溶液中的沉澱現象，是進行固液分離的優點。以離心機分離所得到的TiO₂能回收再使用，對安佳熱依然保有很好的降解效果。TiO₂粒子分散不均的情況，可用攪動的方式來增加粒子與溶液的接觸。

以異相光催化法降解市售口服藥水的成效，僅以外觀顏色的變化做為判斷的依據，藥水內的各種成分是否能有效的被降解，需由 HPLC 來進行量的驗證。目前朝向購買純藥品來測試降解效果，待找到合適的管柱及定量方法，就可向科大借用 HPLC 來進行定量的研究。

捌、 參考文獻

- 一、蔡永昌(2011)，普通化學 I，台科大圖書
- 二、蔡永昌(2011)，普通化學 II，台科大圖書
- 三、劉兆歡（2012），利用光催化法降解嗎啡、甲基安非他命及愷他命，臺灣大學: 環境工程學研究所
- 四、劉又新(2008)，離子助鍍對二氧化鈦光觸媒薄膜之研究，中央大學 光電科學研究所
- 五、21 世紀的綠色技術-光催化應用
<http://www.ctci.org.tw/public/Attachment/562714282071.doc>
- 六、台北市居家廢棄藥物減收站。
<http://www.tpa.org.tw/FamilyDrugsInspection/Q&A.html>
- 七、污水處理流程圖。
http://pavo.sipa.gov.tw/wastewater/8_9.htm
- 八、澄清湖淨水廠。
<http://www.ecotek.com.tw/cclake/now-7.htm>