



# 驚光失色---維他命 B2 的變色密碼與紫外線量測

## 一、摘要：

本研究是因維大力汽水照射陽光後的黃綠色螢光突然消失，引起我們去探究影響它變色的可能變因，發現維他命 B2 不易氧化，還算安定，但仍會受溫度、鹼性物質及光線的影響。尤其陽光中的紫外線會破壞維他命 B2，變色最明顯，於是利用維他命 B2 顏色的消失，探討以它來測量紫外線級數的可行性。

## 二、研究動機：

今年暑假跟著姊姊到嘉義參加四十六屆全國科展，颱風來襲的前一天，天氣晴朗，陽光普照，我們買了一瓶維大力汽水解渴，在陽光下金黃色的汽水顏色非常漂亮。當忙完了佈置的工作後，發現杯中剩餘的汽水顏色變透明了，心中充滿疑惑，於是決定深入探討這個奇妙的現象。

## 三、研究目的：

- (一)維大力汽水(含維他命 B2)靜置在不同環境中的變色觀察。
- (二)探討那些變因會影響維他命 B2 的變色。
- (三)探討利用維他命 B2 的變色測量紫外線級數的可行性。

## 四、研究器材及設備：

維他命 B2 粉末、維大力汽水、二氧化錳、雙氧水、小蘇打、稀鹽酸、稀硫酸、醋酸、硼酸、氨水、氫氧化鈉、量筒、天平、小量杯、試管、橡膠塞、溫度計、燒杯、廣口瓶、滴管、針筒、塑膠管、三通活栓、注射針頭、廣用試紙、酒精燈、木夾、電加熱器、冰箱、照度計、LED 燈泡、12V DC 穩壓整流器、pH 計、鎢絲燈泡、20W 日光燈管、20W 紅光燈、20W 藍光燈、20W 紫外燈管、300W 紫外燈泡、電子式紫外線級數測量器、氧氣鋼瓶、碼錶、紙箱、紫外線防護鏡、260V 可調式變壓器、保麗龍、耐熱膠帶、直尺、塑膠盒。

## 五、研究過程與方法：

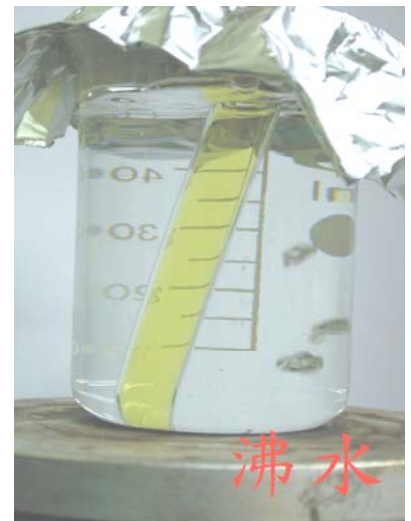
### (一)維大力汽水的變色觀察

- (1)將維大力汽水各倒 15ml，分裝在 3 支試管中，分別放在陽光下、陰涼處，及用鋁箔紙包裹橡膠塞密封。
- (2)觀察比對 3 支試管的顏色變化。

### (二)維他命 B2 的變色和哪些變因有關？

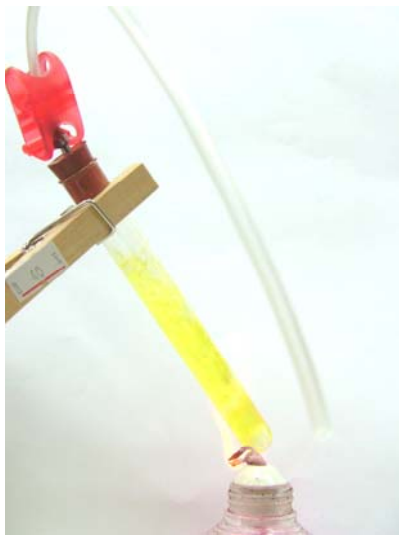
#### 實驗一：溫度會影響維他命 B2 的變色嗎？

- (1)將 100mg 的維他命 B2 粉末溶於 2 公升的水中(水溶液為黃綠色螢光)。
- (2)各倒 15ml 維他命 B2 溶液於 5 支試管中，分別放置不同溫度的環境中。
- (3)用照度計、LED 燈、整流變壓器、硬塑膠水管，做成一個透光度測量器，將維他命 B2 溶液各倒 10ml 於量杯中，測量溶液變色前後的透光程度。(顏色變得越淡越透明，透光度就越高，表示溶液變色越明顯)

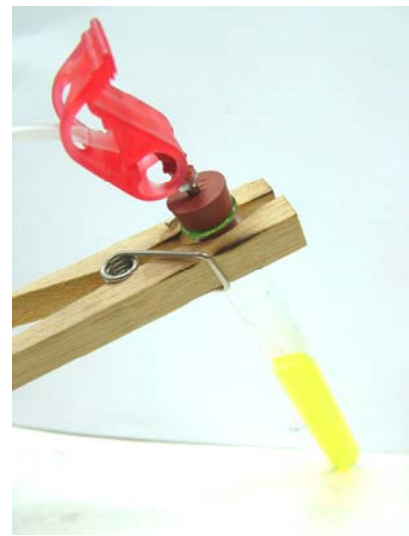


## 實驗二：氣體會影響維他命 B2 的變色嗎？

- (1)用廣口瓶、橡膠塞、注射針筒、橡膠管、三通活栓等材料自製一組收集氣體的簡便裝置。
- (2)將二氧化錳倒在廣口瓶中，A 針筒裝入雙氧水，慢慢擠入廣口瓶中，產生的氣體流入 B 針筒，再接上裝滿濃度 50mg/L 的維他命 B2 溶液的橡膠管，連接到試管中，A 針筒再次擠入雙氧水，收集的氧氣純度更高。調整活栓，將 10cm<sup>3</sup> 的氧氣推入試管內。拔掉試管橡膠塞的針頭並密封存放陰涼處，觀察溶液顏色的變化。
- (3)同方法(2)步驟改用小蘇打和稀鹽酸，製造二氧化碳的氣體，比較溶液變色的程度。
- (4)將試管裝 15ml 維他命 B2 溶液，塞緊橡膠塞，並插入一支連接橡膠管的粗針頭排氣管，加熱至沸騰後，關閉排氣管，放在室溫中冷卻，使膨脹的空氣冷卻收縮，達到接近真空的狀態。
- (5)每種氣體各做 3 支試管，放置不同時間，測試溶液的透光度，分別測試 3 次求平均值。



試管加熱



空氣冷卻收縮

## 實驗三：酸鹼溶液會影響維他命 B2 的變色嗎？

- (1)準備 8 種酸鹼溶液，並用廣用試紙測試 pH 值。
- (2)8 支試管都倒入相同濃度 50mg/L 的維他命 B2 水溶液 9ml，再分別倒入不同的酸鹼溶液各 6ml，充分搖勻混合。
- (3)將試管靜置陰涼室內，觀察顏色的變化，並用透光度測量器，測試溶液的透光度，分別測試 3 次求平均值。

## 實驗四：鹼性溶液的強度不同，會影響維他命 B2 的變色速度嗎？

- (1)將小蘇打、氫氧化鈉加水調成不同強度的鹼性溶液。
- (2)為使顏色比對更明顯，提高維他命 B2 溶液的濃度為 100mg/L。
- (3)各取不同 pH 值的鹼性溶液 8ml，加入 8ml 的維他命 B2 溶液中，同實驗三方法，觀察變色的情形，並用 pH 計測量混合液的 pH 值。



### 實驗五：不同光質的光線會影響維他命 B2 的變色嗎？

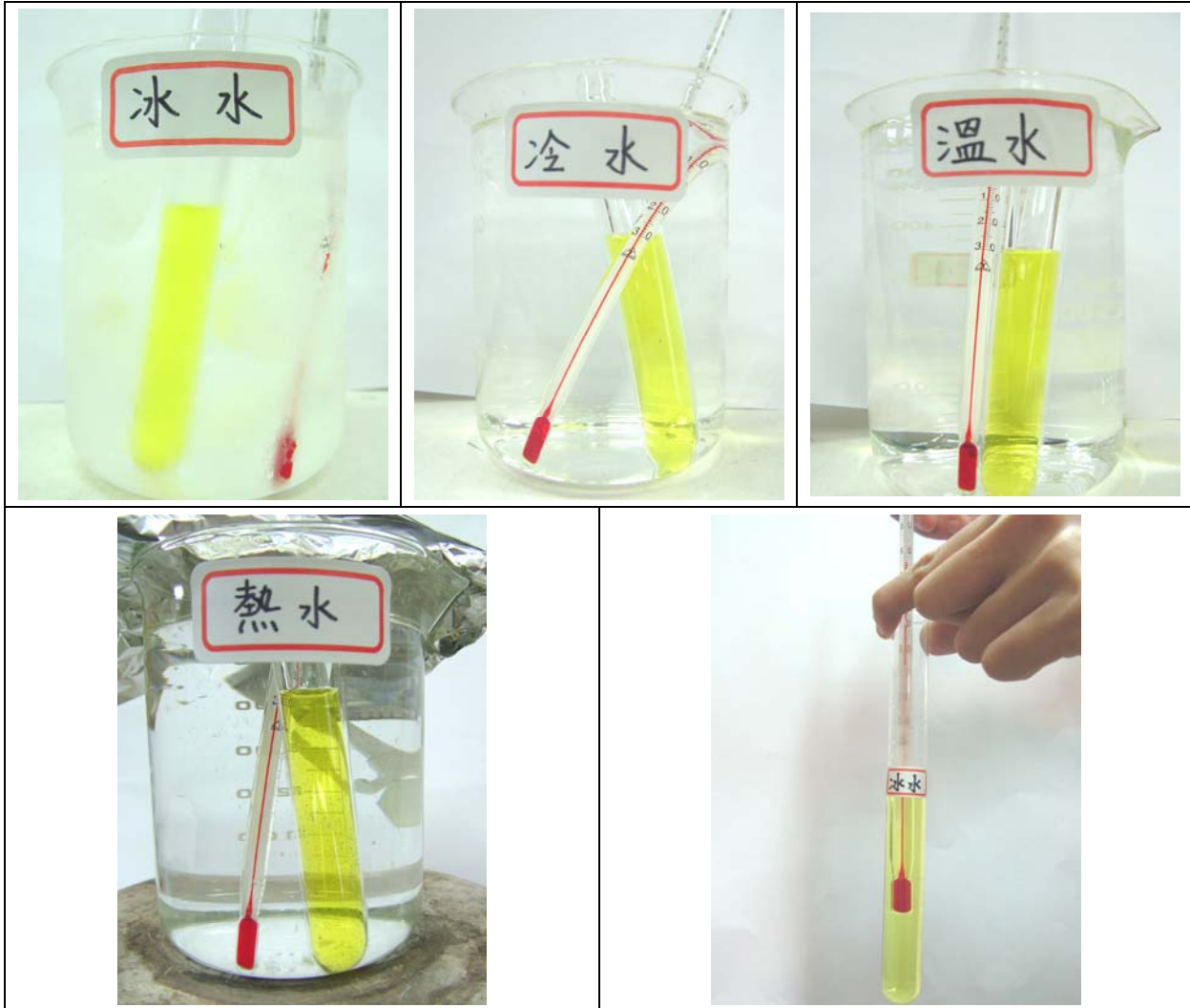
- (1) 收集 5 種不同光質燈光的光譜
- (2) 5 支試管都倒入相同濃度 100mg/L 的維他命 B2 水溶液 15ml，再分別以不同光質的燈光照射，調整試管和燈管的距離，使照射強度相同，維持 1200Lux 左右。
- (3) 每隔一段時間，觀察顏色的變化，並測量溶液的透光度，測量 3 次求平均值。

### 實驗六：加鹼性溶液，持續打入氧氣，會加速維他命 B2 在紫外線照射下的變色速度嗎？

- (1) 為加速維他命 B2 的變色時間，使用 300W 的紫外線燈照射。
- (2) 準備 3 個大小相同的壓克力容器，分別倒入相同濃度 100mg/L 的維他命 B2 水溶液 50ml。一個加水 20ml 做為對照組，一個加小蘇打水溶液 20ml，使混合液 pH 值=9.5，另一個也加水 20ml，並在底部以塑膠管連接氧氣鋼瓶，持續打氣。
- (3) 將三個容器放置在自製的紫外線箱中，均勻的擺放在燈泡的正下方，使受光強度相同。
- (4) 每隔 20 分鐘觀察變色的情形，並測量溶液的透光度，測量 3 次求平均值。
- (5) 將持續打氧氣的維他命 B2 水溶液置於陰暗處不照光，定時觀察顏色的變化。

### 實驗七：溫度不同，會影響維他命 B2 在紫外線照射下的變色速度嗎？

- (1)將 4 支試管分別倒入濃度 50mg/L 的維他命 B2 水溶液 12ml，將試管分別浸泡不同溫度的水 5 分鐘。
- (2)將試管放在紫外線箱中相同的位置，使照光強度相同，照射紫外燈 15 分鐘。
- (3)照射後立即以溫度計測量試管內維他命 B2 水溶液的溫度，並測量其透光度。



### (三)維他命 B2 的變色在紫外線級數量測上的應用

#### 實驗(一)：一天當中，不同時刻的陽光紫外線對維他命 B2 的變色有影響嗎？

- (1)選擇天氣晴朗穩定有陽光照射的一天(2006.8.9)，將濃度 50mg/L 的維他命 B2 水溶液 12ml 裝在試管中，塞緊橡膠塞，在不同時刻照射陽光 30 分鐘。
- (2)用透光度測量器測量溶液的透光度，測量 3 次求平均值。
- (3)上網查詢環保署板橋測站每日整點的紫外線指數即時監測值，做為比對。

#### 實驗(二)：哪一種濃度的維他命 B2 水溶液最適合測量紫外線的級數？



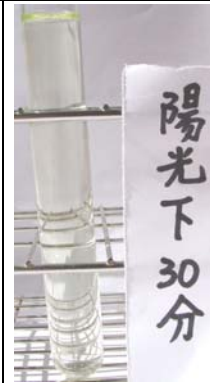
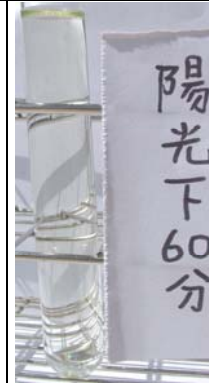
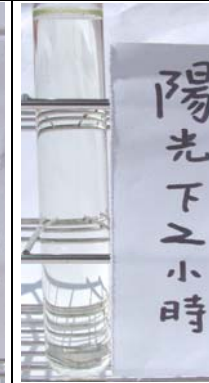


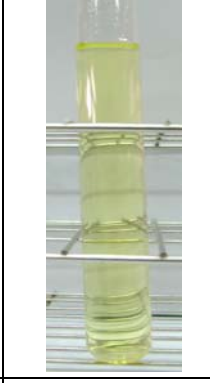
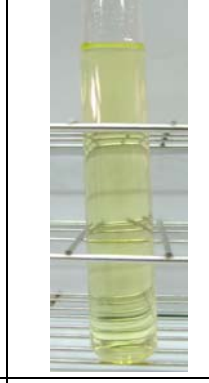
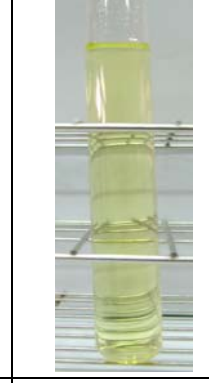





- (1)各秤取維他命 B2 粉末 100mg，分別加入 0.5 公升、1 公升、2 公升、4 公升的水，調成顏色深淺不同的水溶液。
- (2)將紫外線燈連接變壓器，調整不同的電壓輸出強度和傾斜的試管液柱中心與燈泡

的距離，並用簡易電子式紫外線級數測量器檢測，使不同濃度的維他命 B2 水溶液各 12ml，分別接受不同級數的紫外線照射 30 分鐘。

(3)將試管直接插入第二代改良式透光度測量器中，測量水溶液的透光度，測試 3 次求平均值。

## 六、研究結果：

### (一)維大力汽水的變色觀察

顏 色 變 化 地 點	時 間	0 分	10 分	30 分	1 時	2 時
陽光下						
陰涼室內						
鋁箔包裹 密封						

- (1) 維大力汽水放置陽光下，原有黃綠色會消失變無色透明。
- (2) 放置陰涼室內或密封隔絕光線，經過 2 小時，顏色都不會改變。





## (二)維他命 B2 的變色和哪些變因有關？

### 實驗一：溫度會影響維他命 B2 的變色嗎？

紅字表示和對照組比較顏色變淡透光度增加。

靜置溫度	冷凍庫-12°C	冷藏室 7°C	室溫 26.7°C	溫水 50~60°C	沸水 98~100°C
放置前 透光度 Lux	677Lux				
30 分後 透光度 Lux	677	678	677	677	678
2 小時後 透光度 Lux	677	677	677	678	688
6 小時後 透光度 Lux	678	677	677	678	700

(1)維他命 B2 在中低溫保存下不會變色，而長時間在高溫的沸水中，則會變淡。

(2)維他命 B2 耐熱能力高，對熱的反應很安定，不易受烹煮破壞，在沸水中也要 2 小時以上才稍被破壞，要被分解需要更高的溫度。

### 實驗二：氣體會影響維他命 B2 的變色嗎？

氣體	空氣	氧氣	二氧化碳	接近真空
0 分鐘 透光度 Lux	677	678	678	677
12 小時 透光度 Lux	678	678	677	678
24 小時 透光度 Lux	677	678	678	678

(1)自製收集氣體的簡便裝置，可使擠入試管中的氣體純度更高，實驗結果更正確。

(2)氣體不會影響維他命 B2 的變色，即使在純氧的環境中也不易氧化，令我們很驚訝！

### 實驗三：酸鹼溶液會影響維他命 B2 的變色嗎？

紅字表示和對照組比較顏色變淡透光度增加，藍字表示顏色變深透光度降低。

添加溶液類別	稀鹽酸	稀硫酸	醋酸	硼酸	水 (對照組)	小蘇打	氨水	氫氧化鈉
倒入溶液 pH 值	2	2	4	5	7	9	10	11
剛加入透光度 Lux	679	679	679	679	679	679	673	672
2 小時透光度 Lux	679	679	679	679	679	687	685	679
24 小時透光度 Lux	679	679	679	679	679	693	689	688
48 小時透光度 Lux	679	679	679	679	679	693	689	687

(1) 維他命 B2 在酸性溶液中很穩定都不變色；而在鹼性溶液中則不安定，加小蘇打顏色會漸淡，而在氨水和氫氧化鈉中則先變深再漸漸變淡。

(2) 維他命 B2 在鹼性溶液中不穩定，變色速率以在 pH9 的小蘇打水較快，並非鹼性越強變淡的速率越快，可能和鹼性溶液的成份有關。

### 實驗四：鹼性溶液的強度不同，會影響維他命 B2 的變色速度嗎？

紅字表示和對照組比較顏色變淡透光度增加，藍字表示顏色變深透光度降低。

混合液類別	水 + 維他命 B2 〔對照組〕	小蘇打 + 維他命 B2				
混合液 pH 值	7.06	7.53	8.01	8.53	9.02	9.54
0 分鐘透光度 Lux	660	661	660	659	660	661
2 小時後透光度 Lux	660	668	669	672	672	673
24 小時後透光度 Lux	660	687	688	688	687	688
72 小時後透光度 Lux	660	688	688	689	688	687

混合液類別	氫氧化鈉 + 維他命 B2					
混合液 pH 值	8.03	8.62	9.33	10.52	12.56	13.41
0 分鐘 透光度 Lux	654	653	653	649	648	647
2 小時後 透光度 Lux	671	670	671	649	648	648
24 小時後 透光度 Lux	687	688	687	660	659	658
72 小時後 透光度 Lux	688	687	688	684	684	684

- (1) 2 種鹼性溶液剛加入時，顏色不會立即變淡，加氫氧化鈉的混合液顏色反而更深，鹼性越強，透光度越低。
- (2) 加小蘇打的混合液，不論 pH 值強弱，變色速率差不多，都能使維他命 B2 顏色變淡。
- (3) 維他命 B2 在鹼性環境中的變色反應是緩慢進行的。混合液的鹼性不要太強，pH 值在 9.5 以下，變色較快些。混合液太鹼(pH 值 10.5 以上)，則變色速率越緩慢，但最終還是會變淡。

實驗五：不同光質的光線會影響維他命 B2 的變色嗎？

透光度 光質 Lux	光照時間	0 分鐘	2 小時	4 小時	6 小時	8 小時
鎢絲燈泡		656	656	657	657	656
日光燈		656	656	656	657	657
紅光燈		656	656	657	656	657
藍光燈		656	661	670	675	680
紫外燈		656	665	679	687	693

(1)不同光質的燈管，光譜圖有很大的差異，日光燈以黃綠光的能量佔最高，紅光燈是以波長較長的紅光為主，鎢絲燈泡也以波長較長的橘紅光為主，這三種燈照射維他命 B2，都無法使黃綠色褪去。

(2)以波長較短的藍紫光照射，可使維他命 B2 的顏色變淡，尤其在紫外線燈的照射下，變色速率最快。照射時間愈長，顏色變得愈淡。

實驗六：加鹼性溶液，持續打入氧氣，會加速維他命 B2 在紫外線照射下的變色速度嗎？

透光度 溶液別 Lux	光照時間	0 分鐘	20 分鐘	40 分鐘	60 分鐘	80 分鐘	100 分鐘
維他命 B2 + 水(對照組)	照射 UV-B	658	671	678	681	689	695
維他命 B2 + 小蘇打水	照射 UV-B	658	672	677	681	688	695
維他命 B2 + 水+打氧氣	照射 UV-B	658	670	677	680	688	695
	不照光	658	658	658	658	658	658

(1)加小蘇打水和持續打入氧氣的維他命 B2 水溶液，在紫外光的照射下，變色速率與對照組(加水使濃度相同)並沒有明顯的差異。

(2)強烈的紫外線對維他命 B2 的破壞力，比鹼性溶液更快速。

(3)維他命 B2 確實不易氧化，持續打氧氣且不照光都不變色；持續打氧並照紫外光，變色也沒有變快的跡象，和對照組差不多。

實驗七：溫度不同，會影響維他命 B2 在紫外線照射下的變色速度嗎？







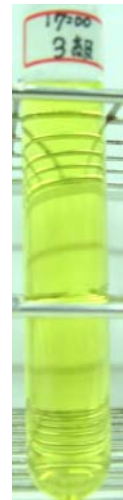
浸泡水溫	冰水 1.5°C	冷水 25°C	溫水 60°C	熱水 95°C
照 UV-B 後 溶液溫度	37	43	52	58
照 UV-B 後 透光度 Lux	683	689	694	698

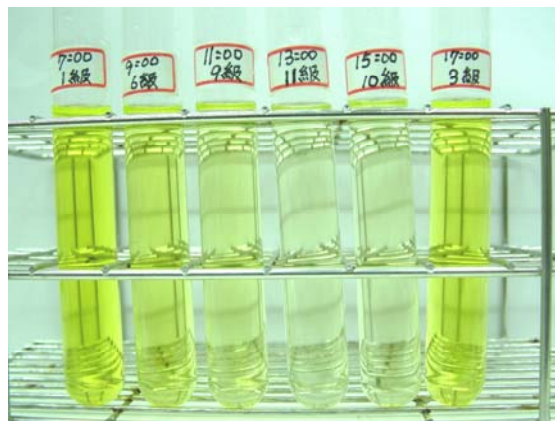
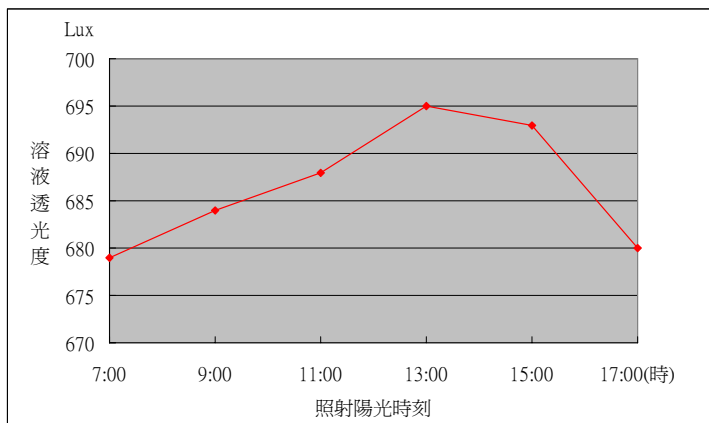
(1) 浸泡熱水的維他命 B2，當照射紫外線 5 分鐘左右即明顯變淡，變色速率最快。

(2) 紫外線對維他命 B2 的破壞程度，會隨溫度的增高而加速。

### (三) 維他命 B2 的變色在紫外線級數量測上的應用

實驗(一)：一天當中，不同時刻的陽光紫外線對維他命 B2 的變色有影響嗎？

照射陽光時刻 (95.8.9)	未照光 (對照組)	7:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00
環保署紫外線指數 監測值	0 級	1 級	6 級	9 級	11 級	10 級	3 級
30 分鐘後溶液顏色							
透光度 Lux	678	679	684	688	695	693	680



- (1)本實驗是在陽光強烈的夏季進行，一天當中，接近中午到下午3時左右的紫外線最強，清晨和傍晚時較弱。
- (2)維他命 B2 水溶液會隨紫外線指數的增高而使顏色變得越淡，透光度越高。

實驗(二)：哪一種濃度的維他命 B2 水溶液最適合測量紫外線的級數？

透光度 紫外光 Lux (級) 溶液濃度	未 照 光	微量級	低量級	中量級	過量級		危險級		
		2	4	6	7	9	10	12	15
25mg/L	687	687	694	695	695	699	700	701	702
50mg/L	678	678	680	684	687	689	694	700	702
100mg/L	659	659	659	659	659	663	668	691	700
200mg/L	617	617	617	617	619	626	626	631	698

- (1)顏色較淡的維他命 B2 水溶液(如濃度 25mg/L)，照射不同級數的紫外線後，溶液顏色和透光度的變化較接近，對紫外線級數的判別較模糊。
- (2)濃度 50mg/L 的維他命 B2 溶液，照射不同級數紫外線後的透光度變化較明顯，能清楚區分紫外線的級數。
- (3)濃度較高的維他命 B2 溶液(100mg/L 和 200mg/L)，在中量級以下的紫外線照射 30 分鐘後，顏色都沒有改變，需照射過量級以上才有變化，也無法清楚區分紫外線的級數。

## 六、討論：

- (一)維他命 B2 因含有維他命 B2，所以有黃綠色螢光，在陽光照射下，維他命 B2 會被破壞，變成透明無色。
- (二)維他命 B2 在中低溫的環境中不易變色，在沸水中持續烹煮，也要 2 小時才會漸淡，耐熱能力高。
- (三)自製收集氣體的裝置，可使擠入試管中的氣體純度更高，而維他命 B2 在純氧的環境中也不易氧化，顏色都沒改變。
- (四)維他命 B2 在酸性溶液中很穩定都不變色，而加鹼性的小蘇打則漸變淡，加氨水和氫氧化鈉則先變深再漸漸變淡。
- (五)維他命 B2 在 pH9.5 以下的鹼液中變淡較快，鹼性太強，則先變深再變淡，變淡速率越緩慢。
- (六)波長較長的藍光和紫外線會破壞維他命 B2，尤其照射紫外線，變色最快，照射越久，顏色越淡。
- (七)加鹼性溶液，持續打入氧氣並不能加速維他命 B2 在紫外線照射下的變色速度，顯示紫外線對維他命 B2 的破壞力是最強的。而在陰涼處持續打入氧氣也都不變色，更加確定維他命 B2 確實不易氧化。
- (八)浸泡熱水會加速維他命 B2 照射紫外線時變色的速度。
- (九)維他命 B2 水溶液會隨著一天當中陽光紫外線的強弱不同，而使顏色變淡的程度不一樣，因此可以利用它的變色來測量太陽光中紫外線的強度。

(十)以測量維他命 B2 溶液的透光度來判別紫外線強弱的方法，所使用的溶液濃度不宜太低或太高，否則透光度的差距變化不明顯。

(十一)紫外線的級數越高，維他命 B2 溶液變透明的時間越短。所使用的溶液濃度越低，變透明的速度也越快。

## 七、結論：

(一)由陽光下維他命 B2 溶液的變色，引發我們去探索影響維他命 B2 變色的變因，歸納如下：

1.高溫、鹼性物質、波長短的藍紫光，會破壞維他命 B2，使黃綠色消失變透明，但破壞的速度不同。維他命 B2 的耐熱性好，高溫煮沸需一段時間才會變淡。在鹼性溶液中不安定，加入 pH9.5 以下的鹼性溶液會漸變淡，鹼性太強則顏色會先變深再漸變淡。而紫外線對維他命 B2 的破壞力最強，變淡速度最快，尤其溫度高的維他命 B2 照射紫外線時變色更快速。

2.維他命 B2 有耐酸、不易氧化的特性，在酸性溶液和純氧的環境中都很穩定，不易變色。

(二)維他命 B2 對紫外線的強弱很敏感，有不同程度的變色反應，我們成功的利用維他命 B2 照射陽光後，就能清楚知道紫外線的級數，非常準確實用。

## 八、參考資料：

- 1.張豐榮編譯 小小科學家實驗觀察百科 三豐出版社 第三冊 p36、37，第七冊 p4、5
- 2.自然與生活科技牛頓版第五冊第三~(二)水溶液的性質 p57~63
- 3.<http://www.epa.gov.tw/b/b0100.asp?ct-code>
- 4.<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/everydayPhysics/lamp.html>
- 5.<http://fda.tmu.edu.tw/cosmics/zcosmics-25.htm>
- 6.<http://home.kimo.com.tw/nutriology.tw/html/vit-b2.html>
- 7.<http://www.ntsec.gov.tw/activity/race-1/38/pdf/38s/096.pdf>
- 8.<http://yuansum.myweb.hinet.net/>



驚光失色—維他命 B2 的變色密碼與紫外線量  
測

【評 語】 081526

1. 探究的科學精神表現優良。
2. 實驗設計中的對照組使結果清晰辨別。
3. 知識解說及理解程度，有良好之表現。
4. 圖表及數據之呈現尚有待求對應一致。