

有趣的化學實驗(六)——化學發光(1)：

亮光素之化學發光

魏和祥

私立淡江大學化學系

自然界，會放出光的動物或生物，雖然不多，但是偶爾我們會在海洋中（尤其深海域）發現會發光的魚類，而感到驚奇。尤其生長在鄉下的人，童年時候看到螢火蟲的驚喜之情，永遠不能忘懷。

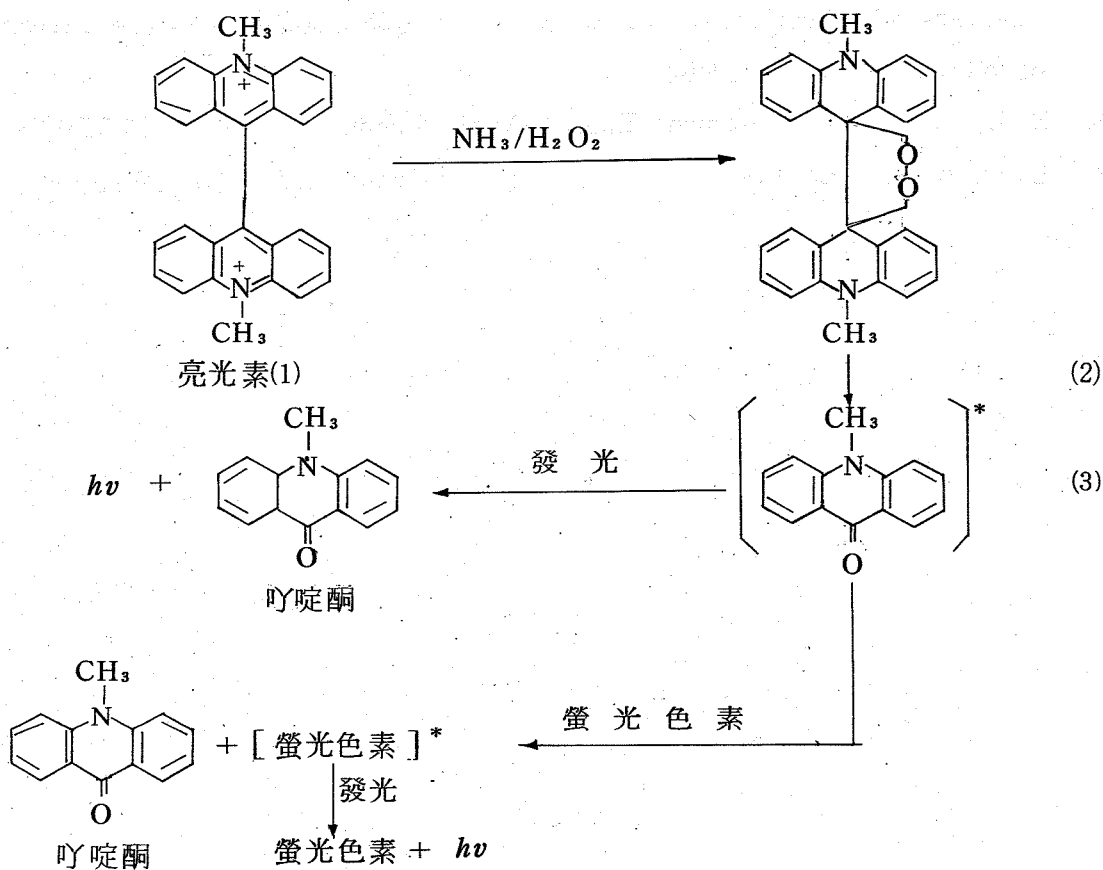
事實上，這些發光的原理，是化學反應過程中所放出來的。特別有趣的是，這些光，並不像一般燈火具有高的輻射熱。因此，我們往往稱之為冷光。化學發光，在實驗室裡面，也可以模擬，對啓發或瞭解生物發光的原理，是一項很有效的實驗。對中學生來說，是提高學習興趣不可少的，而且其有趣之程度，不亞於振盪反應。在本刊，將介紹二則這方面的實驗，做為參考，以便大家進一步探討。本期先介紹亮光素（Lucigenin，另有譯名為光澤精）的化學發光實驗。

【準備工作】 (1)試藥：亮光素（Lucigenin，化學式名為雙-N-甲基吡啶硝酸鹽，Bis-N-Methylacridinum Nitrate，可由藥商購自Aldrich公司）600 mg，濃氨水 45 mL；乙醇 210 mL；3 %過氧化氫 60 mL；螢光黃（Fluorescein，可購自Aldrich公司）100 mg；薔薇紅（Rhodamine B，可購自Aldrich公司）100 mg。(2)器具：300 mL三角瓶三個及軟木塞三個。

【實驗】 (1)調製試液：在抽氣箱內，或在通風良好的實驗室進行。首先將一個三角瓶，盛入 150 mL的乙醇與濃氨水 45 mL，然後三等分，分別盛入註有A、B、C記號的三個三角瓶。另外，一個三角瓶內盛入乙醇 60 mL及亮光素 600 mg 混合溶液（完全

溶解爲止)，再將此溶液分成三等分，各 20 mL，分別注入 A、B、C 三角瓶內。然後將 A 瓶用橡皮塞（或軟木塞）塞住。另加螢光黃 100 mg 於 B 瓶，及加薔薇紅 100mg 於 C 瓶內，然後全部用軟木塞塞住瓶口。此項調製工作，皆在表演前才準備，試液不能放置太久，否則，效果不佳。(2)發光表演：實驗最好在暗處進行，才能觀賞到美麗的色光。開始①將 A 瓶加入 20mL 的 3% 過氧化氫，振盪之，隨之發出藍色光。②同樣加 20 mL 的 3% 過氧化氫於 B 瓶；則發出黃綠色光。③加 20 mL 的 3% 過氧化氫於 C 瓶，則發出紅色光。若將三瓶併排，觀察其發光之強度效果較好。各種色光，發出的時間，由加入的染料種類不同而異，大約 1~2 分鐘之內。在整個操作上，要注意的是，不要將這些染料及過氧化氫（強氧化劑）沾在手上，若一時沾上，要用水沖洗幾次。用過之溶液，不宜隨便倒棄，若要倒棄時，要用水充分的沖淡之，始流出。

【解說】 化學發光，係利用化學反應，分子（或原子）被激發之後，由激發狀態回到原來基底狀態時，把一部分能量以光的方式放出的原理，另一方面，以熱的方式放



出等。而一般物質能否發射光，要看分子的構造及激發的能量是否足夠，同時該物質的發光效率高低等都有關係。自然界的螢火蟲之發光，是在它的體內有高能量的物質，經一種酵素當觸媒作用反應所發出的。

本實驗所使用的亮光素，是早在 1935 年，就被發現，當它的鹼性水溶液存在有還原劑或氧氣時，會產生化學發光。之後，被利用在臨床化學方面，分析一些還原醣類或葡萄糖等。在本實驗，A、B、C 三瓶所發出的色光過程，可以由下列化學反應式加以說明。首先，亮光素(1)，經 $\text{NH}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ 反應生成高能量的環氧化物(2)，然後分解生成激發態的吡啶酮(3)，當回原基底態時，發射螢光。但是當有螢光色素染料存在時，如 B 瓶內有螢光黃，則發出黃綠色光。C 瓶內有薔薇紅，則發出紅色光。

參考文獻

1. 戶嶋直樹：現代化學，64(1985)。
2. B. Z. Shakhshiri: "Chemical Demonstrations—A Handbook for Teachers of Chemistry. Vol. 1. 180 pp. (有關文獻有 8 篇)。The university of Wisconsin press. 1984。
3. R. L. Veazey and Nieman, T. A.: Anal. Chem., 51, 2092(1979)。
4. L. L. Klopff and Nieman, T. A.: Anal. Chem., 57, 46(1985)。