

CHEMICAL



90701-A

# 紅綠燈瓶

Point

化學（全）  
選修化學（Ⅲ）  
選修化學（Ⅳ）

3-5 氧化與還原反應  
1-1 化學平衡與平衡常數  
CH1 氧化與還原反應



PHOTO | depositphotos

靛藍胭脂紅是由靛藍磺酸化合成的有機化合物，無臭，微溶於水，目前在美國、歐盟、台灣皆為合法添加劑，可作為藍色食用色素，常添加在糕點、糖果等染色用途，是種廣泛使用的食品染料。不過這種食用色素竟然也可以當做酸鹼指示劑，讓我們來實際操作看看吧！

NO.

01

曾英翔 | 編撰

中文名	英文名	美國 FDA
食用藍色 2 號	Indigo Carmine	Blue #2
歐盟	日本	分子式
E132	青色 2 號	$C_{16}H_8O_8N_2S_2Na_2$



 泰宇出版



### 實驗器材

1. 1% 錠藍胭脂紅（食用色素 2 號）…………… 5 mL
2. 氫氧化鈉…………… 2 g
3. 葡萄糖…………… 1.2 g
4. 燒杯…………… 1 個
5. 蒸餾水…………… 100 mL

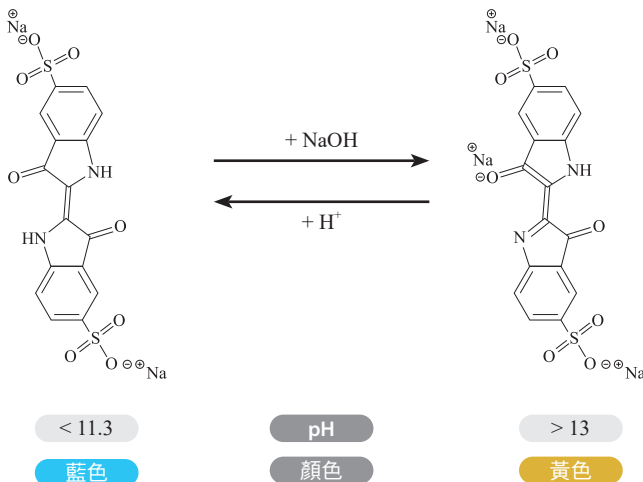


! 第 4、5 項，本實驗盒未提供，請教師自行準備，敬請見諒。



### 實驗原理

錠藍胭脂紅可作為一種酸鹼指示劑，當水溶液的 pH 值 <11.3 時呈現藍色，pH>13 時呈現黃色，而當 pH 值介於 11.3 ~ 13 之間時，會呈現藍色與黃色的中間色——綠色，其結構變化如下：



### 實驗步驟

1. 準備 A、B 溶液：

**A 溶液**：1% 靛藍胭脂紅（Indigo carmine）水溶液。

**B 溶液**：2 g 氫氧化鈉 + 1.2 g 葡萄糖溶入 100 mL 蒸餾水中。

2. 取 A 溶液 5 mL 與 B 溶液 100 mL 混合於樣本瓶中，觀察顏色變化。

3. 搖晃樣本瓶，觀察搖晃時與靜置後的顏色變化。

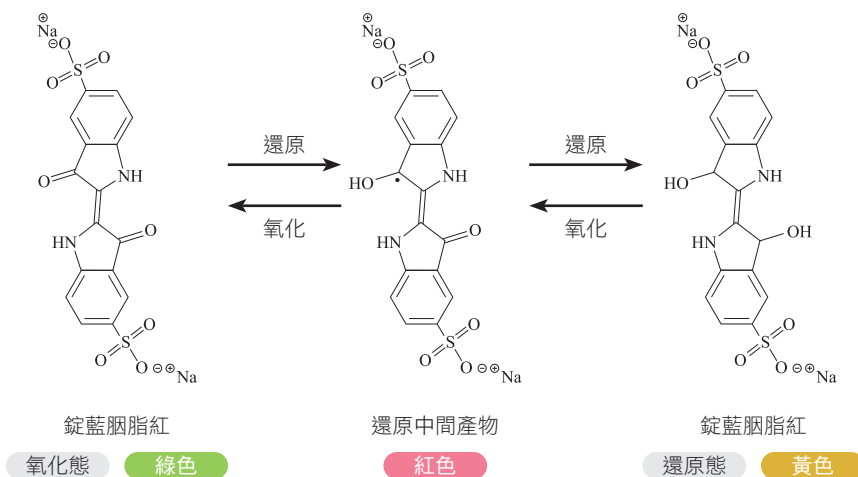


A 溶液 + B 溶液 → 靜置 → 搖晃 → 靜置 → 搖晃

1% 靛藍胭脂紅      NaOH + 葡萄糖 (aq)

! 廢棄物處理：此溶液為強鹼，請將溶液加酸至中性，並以大量水稀釋後排放。

另外靛藍胭脂紅也會受到氧化還原反應影響結構，其氧化態與還原態結構如下圖，當溶液中加入葡萄糖，而葡萄糖具有還原力，可藉由溶液中葡萄糖的還原性，將靛藍胭脂紅氧化成黃色的還原態，過程中會有紅色的中間產物生成，故可以觀察到由綠→紅→黃的顏色變化。



#### 四 歷屆試題

- ( ) 1. 酸鹼指示劑會在特定 pH 值範圍發生顏色轉變，常用酸鹼指示劑的變色範圍和其顏色如下表所示。

常用指示劑	酸型顏色	變色範圍 (pH)	鹼型顏色
甲基紅	紅	4.2 ~ 6.3	黃
酚紅	黃	6.4 ~ 8.2	紅
酚酞	無	8.3 ~ 10.0	紅

下列有關酸鹼指示劑的敘述，何者正確？ 【112學測】

- (A) 酸鹼指示劑會因 pH 值變化而改變顏色，顯示它們本身可以跟酸或鹼反應
- (B) 將食鹽水溶液，加入少量甲基紅，會呈現紅與黃混合的橙色
- (C) 相同體積莫耳濃度、相同體積之鹽酸與氫氧化鈉水溶液反應後，加入少量酚酞，會呈現紅色
- (D) 甲基紅、酚紅、酚酞的變色範圍約為 2 倍氫離子濃度的差異範圍
- (E) 用甲基紅和酚紅的混合物當指示劑可更有效辨識強酸和強鹼。
- ( ) 2. 自然界中，氧化還原反應扮演著重要的角色，下列有關碳循環的過程，何者沒有牽涉到氧化還原反應？ 【110學測】
- (A) 細胞呼吸是利用葡萄糖反應產生二氧化碳，並釋出能量
- (B) 生物體內的碳水化合物逐漸在地層中沉積，最後轉變成煤
- (C) 煤和石油在空氣中燃燒產生二氧化碳
- (D) 二氧化碳溶於水，與鈣離子 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) 結合，以碳酸鈣沉澱的方式積存於海底。
- (E) 二氧化碳經由光合作用轉變為葡萄糖，並釋放出氧氣。

答案：1. (A) 2. (D)

1. (B) 食鹽水溶液為中性， $\text{pH}=7$ ，故呈黃色；(C) 同濃度、同體積的鹽酸與氫氧化鈉混合產生氯化鈉，為中性， $\text{pH}=7$ ，故呈無色；(D)  $\text{pH}$  值變化約為 2，氫離子濃度相差 102 倍；(E) 甲基紅與酚紅混合，酸性時呈現橙色（紅+黃），鹼性時呈現橙色（黃+紅），無法分辨其酸鹼性。
2. (A) 葡萄糖發生氧化反應，氧氣發生還原反應；(B) 碳水化合物  $\rightarrow \text{C}$ ，發生氧化還原反應；(C) 燃燒為劇烈的氧化還原反應；(D)  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ ， $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-}$ ， $\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{CaCO}_3$  無氧化還原；(E) 由二氧化碳及水（化合物）轉變為氧氣（元素），為氧化還原反應。