

有趣的理化實驗——

奇妙的自動變色噴泉

方金祥

國立高雄師範學院化學系

本實驗為一有趣的理化實驗，可供作介紹大氣壓力、流體壓力、密閉系統內之氣體壓力、及虹吸原理之外，亦可在介紹酸鹼中和反應時做為實驗教材或教師示範實驗的教具。本實驗之設計簡單，應用物理和化學的基本原理，具有啟發思考和應用的特性，適合國中學生之理化實驗。

一、目的

應用海龍虹吸（Herons Siphon）原理和指示劑在酸鹼反應中顏色之變化，形成自動變色噴泉，以誘導學生學習理化之興趣，進而提高學習效果。

二、儀器

錐形瓶（250 mL）	2 個（A, B）；	電磁攪拌器	1 臺（K）
錐形瓶（500 mL）	1 個（C）；	攪拌磁（鐵）子	1 個（L）
玻璃漏斗	1 個（D）；	玻璃管（5 cm 長）	4 支（M）
玻璃導管	2 支（E, F）；	雙孔橡皮塞	2 個（N, O）
橡皮管	2 條（G, H）；	三孔橡皮塞	1 個（P）
保利龍墊	2 塊（I, J）；		

三、藥 品

鹽酸：0.1 M、0.5 M、1.0 M各 250 mL

氫氧化鈉：0.1 M、0.5 M、1.0 M各 250 mL

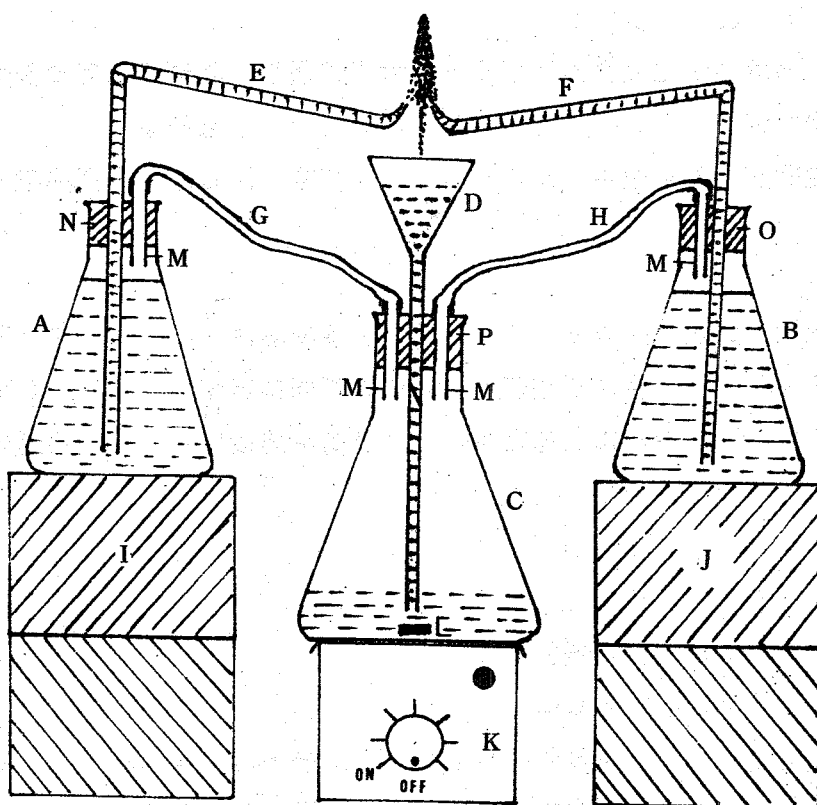
指示劑：酚酞、或瑞香草藍、溴瑞香草藍、甲基紅、甲基橙

四、實 驗

將上列器材裝置如圖一。

甲、實驗一

1. 把 0.5 M 氫氧化鈉溶液 200 mL 倒入錐形瓶 A 中，另將 200 mL 的 0.1 M 鹽酸溶液倒入錐形瓶 B 中，並加酚酞指示劑數滴。觀察 A、B 兩瓶中溶液之顏色。



圖一 實驗裝置圖

2. 把 1.0 M 鹽酸溶液 50 mL，由漏斗 D 倒入錐形瓶 C 中，調整漏斗與液面的距離，使錐形瓶 A、B、C 等三瓶間形成密閉系統？

3. 由漏斗 D 處加入少量的水或鹽酸，則 A、B 兩瓶內之液體會經由導管 E、F 繼續不斷的噴出相遇而形成彩色噴泉，為什麼？

4. 由 E、F 噴出之無色液體相遇後，顏色有何改變？為什麼？

5. 當噴出之液體再經漏斗 D 流入錐形瓶 C 中時，其顏色又有何變化？為什麼？

6. 當噴出之液體流入 C 瓶時，將電磁攪拌器 K 打開，使 C 瓶中之攪拌磁子 L 轉動，其目的為何？

乙、實驗二

1. 在錐形瓶 A 中倒入 0.1 M 氫氧化鈉溶液 200 mL 及兩三滴酚酞指示劑溶液，另在錐形瓶 B 中倒入 0.5 M 鹽酸溶液 200 mL。觀察 A、B 兩瓶中溶液之顏色，為什麼？

2. 由漏斗 D 處倒入 1.0 M 氫氧化鈉 50 mL 流入錐形瓶 C 中，在什麼情況下才會使 A、B 兩瓶中之液體自動噴出？

3. 當 A、B 兩瓶中之液體由導管 E、F 噴出相遇後，其顏色為何會消失？

4. 當噴出之液體流入錐形瓶 C 時，其顏色有何變化？為什麼？

5. 當液體開始流入 C 瓶時，將電磁攪拌器 K 打開，使 C 瓶中之攪拌磁子 L 轉動，其目的為何？

丙、試試看

如在錐形瓶 A（氫氧化鈉溶液）或錐形瓶 B（鹽酸溶液）中之指示劑（酚酞），分別改為瑞香草藍、溴瑞香草藍、甲基紅或甲基橙等不同指示劑時，則 A、B 兩瓶中之溶液顏色各為何？而當兩液體經如上述之實驗自動噴出相遇後，其顏色有何變化？

五、問題

1. 在什麼情況下才能形成自動變色噴泉？
2. 自動噴泉之形成是利用什麼原理？
3. 在實驗一和實驗二中，A、B 兩瓶內之溶液噴出後，再相遇時起了什麼反應？
4. 如何控制錐形瓶 A、B、C 中酸或鹼的濃度，才能使噴泉之顏色改變？
5. 自動噴泉至何時會停止？
6. 虹吸管在日常生活中有何應用？

六、討 論

1. 本實驗之自動變色噴泉是利用海龍虹吸及酸鹼反應的原理，亦即利用大氣壓力在密閉系統中由於液體之壓力傳遞，而形成了繼續不斷的變色噴泉。
2. 在實驗一中，酚酞指示劑在酸性溶液中呈無色，當酸鹼相遇後，因氫氧化鈉的濃度稍高於鹽酸，以致兩液體噴出相遇後有過剩的鹼，而使酚酞之顏色變為紅色；然當此紅色液體流入含有較高濃度之鹽酸溶液（C 瓶中），則又變為無色。
3. 在實驗二中，由於酚酞指示劑是在鹼性溶液中而呈紅色，當酸鹼中和後，因酸的濃度較高，以致有多餘的酸，而使酚酞的顏色由紅色變為無色。然而當此無色液體流入含有較高濃度之鹼的 C 瓶中時，則又會變成紅色。
4. 如改用不同的指示劑時，則噴泉之顏色便可隨之改變，其顏色之變化情形如表一所示。

表一 指示劑的變色範圍

指 示 劑	pH 範 圍	顏 色 變 化
酚 酞	8.5 ~ 9.0	無色 ~ 紅色
甲 基 紅	4.4 ~ 6.2	紅色 ~ 黃色
甲 基 橙	3.1 ~ 4.4	紅色 ~ 黃色
瑞香草藍 *	1.2 ~ 2.8 8.0 ~ 9.6	紅色 ~ 黃色 黃色 ~ 藍色
溴瑞香草藍	6.0 ~ 7.6	黃色 ~ 藍色

* 瑞香草藍指示劑有兩個變色範圍，一在酸性，一在鹼性。

七、參考資料

1. 國中理化（修訂本），第四章大氣與水——密閉系統內之氣體壓力。
2. 國中理化（修訂本），第十九章酸鹼鹽——酸鹼中和。
3. 江新合，波義耳定律實驗。七十三年暑期國中學生物理科研習教材。
4. 方金祥，指示劑與酸鹼滴定。科學教育月刊第 39 期 53 ~ 57 頁，七十年二月。