

本月專輯

有趣的化學

國中理化實驗設計學習模組 —酸與鹼

文/大學入學考試中心
蕭次融

壹、前言

許多國中生常覺得理化很深奧不容易懂，而有排斥學習理化的想法。因此如何引起學生學習理化的動機，成為許多教師需要設法克服的課題。許多從事科學教育的專家學者認為若能將理化實驗帶進教室，利用日常生活周邊的簡易器材，讓學生能在教室內親自動手操作實驗，從「做中學」，甚至在「玩中學」，如此比較容易引起學生的學習動機，進而提高學習效果。

本文所設計的酸鹼實驗模組，其實施流程是先由教師演示活動一的「酸與鹼及其指示劑」以及附件的「神奇的五個杯子」等實驗，以期由多樣的顏色變化引起學生的興趣，然後讓學生動手做實驗。如此學生會更清楚地學習到酸與鹼的概念，因為百聞不如一見，而百見不如一試。在學生有了酸與鹼的基本概念後，以「化學尋寶」（未知溶液的分析）的方式，由同組的學生互相討論，自行設計實驗步驟，培養其創意，進而解決問題。

貳、學習目標

- 一、學習酸鹼指示劑的呈色
- 二、學習酸與鹼中和的概念
- 三、瞭解混和指示劑的呈色
- 四、自我發展設計創意實驗



參、活動流程

模組 酸與鹼



圖一 活動流程

肆、本模組的規劃特色

一、

取材生活化，設計趣味化，讓學生做中學、玩中學。

二、

時間4小時，各活動單元可單獨施行，也可視教學時間組合施行。



活動一 酸鹼指示劑

一、酸鹼指示劑的顏色

(226-3a、3b、3c、4e、4f)

目的

學習酸鹼指示劑在酸性溶液與鹼性溶液中，所呈現的顏色。

器材

透明塑膠杯 2個
鹽酸 (1M) 1瓶
點滴盤或調色盤 (白色) 1張
氫氧化鈉 (1M) 1瓶
面紙 1包
酚紅 (0.04%) 1瓶
咖啡棒 4支
酚酞 (0.04%) 1瓶
H₂O (100 mL) 1瓶
甲基紅 (0.04%) 1瓶
溴瑞香草酚藍 (0.04%) 1瓶

註：

以上試劑均裝於5 mL的點滴瓶

實驗步驟

1. 在點滴盤 (或水彩畫用的調色盤) 上，每相隔約2公分的三個地方，各滴下1滴溴瑞香草酚藍。

2. 在最左邊的溴瑞香草酚藍上，滴下1滴氫氧化鈉溶液後，用咖啡棒攪拌均勻，觀察並紀錄顏色的改變。(記錄如下表中的「藍色」)
3. 同樣操作，在最右邊的那一滴溴瑞香草酚藍上，滴下一滴鹽酸後，用咖啡棒攪拌均勻，觀察並紀錄顏色的變化。
4. 比較在點滴盤上，三個點的顏色。
5. 用面紙擦掉點滴盤上的溶液後，滴下蒸餾水數滴，用咖啡棒在原來的三個點上擦一擦點滴盤，然後用面紙擦乾點滴盤與咖啡棒。如此可以洗乾淨點滴盤與咖啡棒，供下一個實驗用。
6. 同上步驟，但改用其他指示劑，例如酚酞、酚紅、甲基紅，結果如何？
7. 將所有觀察到的顏色寫在下面的表格內。

整理

將上面實驗結果 (顏色)，寫在下面的表格內。

指示劑	溴瑞香草酚藍	酚酞	酚紅	甲基紅
酸性				
鹼性	藍色			



想一想

1.如何辨別一杯未知水溶液是酸性或鹼性？

(226-3a、3b、4c)

2.紫色高麗菜（紫甘藍），在不同酸鹼度的溶液中，會顯現不同的顏色。

(226-3a、3b、3c)

想一想，若在紫色高麗菜中，滴入食醋數滴會呈什麼顏色？

二、自製酸鹼指示劑

(226-3b)

器材

紫甘藍（紫色高麗菜）、茶壺（如圖2過濾式的泡茶器）、茶杯、畫圖用紙。

步驟

1.紫甘藍（紫色高麗菜）數葉，用手撕成小片放入茶壺（最好使用如圖2的過濾式茶壺）後，倒入滾燙的熱水。

2.冷後過濾即得紫色的菜汁，可做為酸鹼指示劑。

3.取濾紙（濾咖啡用的）或畫圖用紙，剪成 0.7×40 mm長條，浸泡於紫甘藍汁數分鐘後取出，於紙巾上，移入冰箱（註）涼乾（數天），即成酸鹼試紙。

註:

紫甘藍汁也是食品，溫度高容易長霉，而且變黃。若要保存紫甘藍汁，加一點食醋使其變成酸性的紅色，倒入瓶子加蓋後保存於冰箱。使用時，加點氨水或小蘇打，使其變成中性的紫色溶液。



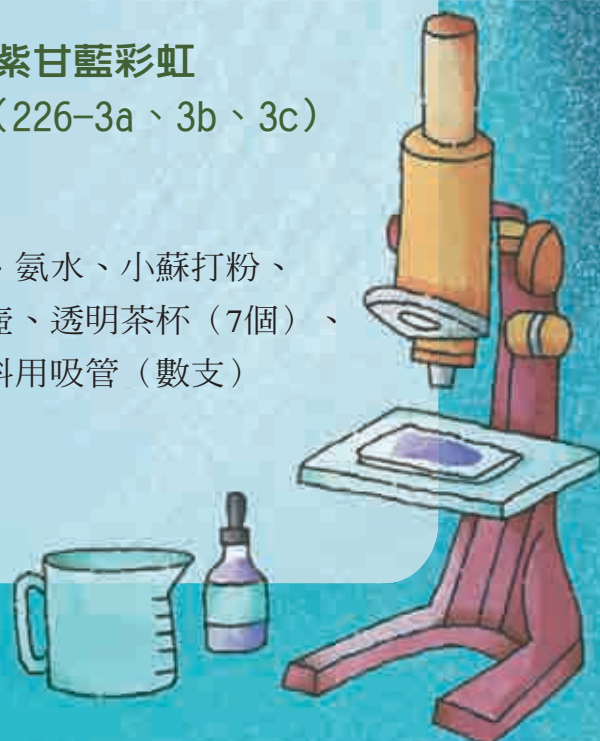
圖二 用泡茶器萃取紫甘藍汁

三、紫甘藍彩虹

(226-3a、3b、3c)

器材

食醋、氨水、小蘇打粉、小茶壺、透明茶杯（7個）、喝飲料用吸管（數支）



步驟

- 1.將上一實驗所得紫甘藍汁，適當地沖稀後平分於6個透明茶杯（每一杯約50 mL），並標號1-6。
- 2.在第1杯滴入食醋數滴（用點滴吸管或自製吸管，見註），則見溶液變為紅色。將第1杯的紅色溶液倒一點（約2 mL）於第2杯，搖搖杯子，即見第2杯呈粉紅色。
- 3.取一點點（約10 mg）的小蘇打粉，放入第5杯，搖一搖杯子，則見混濁的綠色溶液，靜置一會兒溶液變成澄清的綠色溶液，而杯底有未溶的小蘇打沉澱。將綠色的澄清溶液倒入另一個茶杯。
- 4.將第5杯的澄清綠色溶液倒一點（約1 mL）於第4杯，搖一搖杯子，均勻後得藍色溶液。
- 5.於第6杯滴入氨水約0.5 mL，初見溶液呈現綠色，但放置一會兒，溶液變成黃色。

以上操作即可得六杯不同顏色的溶液，依序為紅、粉紅、紫、藍、綠、黃，也就是說紫甘藍汁，依溶液的酸鹼度呈現不同的六個顏色。之外，想一想，飯店的大廚師炒出來的

青菜綠油油的，有人說那是因為大廚師放了一點點小蘇打的緣故，信不信？不妨自己試一試。

註:自製滴管

取一支喝飲料用的吸管，用打火機火焰溫熱一下吸管的一端，見其軟化了就取出，在桌上用打火機的側面壓一下，即得一支一端封閉的吸管，可當做點滴吸管使用。

活動二 酸鹼中和

目的

學習酸鹼中和

(226-3a、3b、3c、4a、4e、4g)

器材

同活動一

實驗步驟

- 1.在點滴盤上，滴下1滴氫氧鈉，在其上滴下1滴溴瑞香草酚藍指示劑，用咖啡棒攪拌均勻，觀察顏色的改變。
- 2.在步驟1的溶液上，滴入1滴鹽酸後，用咖啡棒攪拌均勻，觀察顏色是否改變？再滴入1滴鹽

- 酸，結果如何？
- 3.在步驟2的溶液中，再滴入1滴氫氧化鈉後，用咖啡棒攪拌均勻，觀察顏色是否改變？再滴入1滴氫氧化鈉，結果如何？
 - 4.重複步驟2與3，所看到的現象如何？
 - 5.重複步驟1-4，但改用其他的酸鹼指示劑，結果如何？

補充說明

- 1.酸的特性是溶液中的氫離子 H^+ ，而其濃度可用符號 $[H^+]$ 表示。
- 2.鹼的特性是溶液中的氫氧離子 OH^- ，其濃度可用符號 $[OH^-]$ 表示。
- 3.一種水溶液是酸性或鹼性，要看其 H^+ 與 OH^- 的濃度：
酸性： $[H^+] > [OH^-]$
中性： $[H^+] = [OH^-]$
鹼性： $[H^+] < [OH^-]$
- 4.溶液中的 H^+ 與加入的 OH^- 反應，稱為中和。
$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \rightarrow H_2O_{(l)}$$
- 5.溶液酸鹼度可用pH值來表示。pH值愈小，酸性愈大；pH值愈大，鹼性愈大。pH值可以0-15，但一般都在1-14。pH值等於7表中性，

小於7是酸性，大於7是鹼性。

- 6.酸或鹼的「量」，分別可用其《濃度N》與《體積V》的乘積來表示，因此中和時： $N_A V_A = N_B V_B$
式中 N_A = 酸的濃度
 V_A = 酸的體積
 N_B = 鹼的濃度
 V_B = 鹼的體積

活動三酸鹼指示劑的混合

(226-3a.3b.3c.4c.4d.4e)

目的

藉由簡單的實驗，顏色的變化，讓學生瞭解單一指示劑以及混合指示劑，在酸性溶液與鹼性溶液中的顏色，並瞭解酸鹼中和反應。

器材

鹽酸 (3M) 1瓶
氫氧化鈉 (3M) 1瓶
酚酞 (0.4%) 1瓶
溴瑞香草酚藍 (0.4%) 1瓶
透明塑膠杯 8個
塑膠滴管 (3 mL) 2支

註：

以上試劑均裝於5mL的點滴瓶



實驗步驟

1. 用透明塑膠杯取自來水一杯（約160 mL），倒其一半的水於另一個塑膠杯內（80 mL）。
2. 在一個杯子的自來水中，滴入鹽酸（3M）4滴後，將其全部倒入另一個空杯，混合均勻後分成兩杯，各約40 mL，分別貼標籤A₁和A₂。
3. 取另一杯子的自來水，滴入氫氧化鈉（3M）4滴後，同樣將其全部倒入另一個空杯子，混合均勻後分成兩杯，分別貼標籤B₁和B₂。
4. 在A₁和B₁的杯子內，各滴入溴瑞香草酚藍（BTB）指示劑4滴，則A₁呈現黃色，而B₁呈現藍色。
5. 在A₂與B₂的杯子內，各滴入酚酞指示劑4滴，則A₂仍然無色透明，但B₂呈現粉紅色。
6. 將上述的四個杯子排成一列，如圖1，仔細觀察各杯內溶液的顏色。
7. 以塑膠吸管吸取A₁溶液約1 mL，放入於一個透明的空杯子。用另一支塑膠吸管吸取B₂溶液約1.5 mL後，慢慢加於A₁，一邊搖動杯子，一邊滴入B₂，觀察溶液的顏色由黃變為綠，再變為藍色後，終變為紫色。
8. 類似上一步驟的方式，各溶液相互混合，觀察顏色如何改變，並完成下一個表。

溶液	顏色
A ₁ + B ₂	黃--綠--藍紫--紅紫
A ₁ + B ₁	
A ₂ + B ₁	
A ₂ + B ₂	
B ₂ + A ₁	

注意

1. 本活動所需酸與鹼的濃度，不需要準確的3M，但酸與鹼的濃度必須相同。
2. BTB在中性溶液中的綠色，有時不易得到。假如滴過了頭，可以逆滴回來。溶液必須搖動，綠色常不會立即出現。



圖1 BTB在酸性與鹼性溶液中的顏色

活動四 創意實驗

化學尋寶 226 (預備實驗)

桌上有6瓶點滴瓶，分別貼有標籤，其所含的溶液如下：

甲基紅 (0.01%)

溴瑞香草酚藍 (0.01%)

酚酞 (0.01%)

鹽酸 (0.01M)

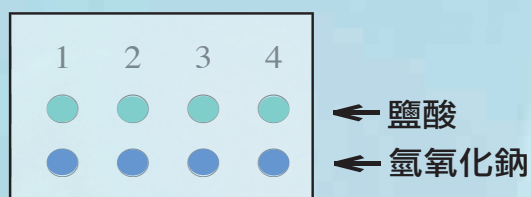
酚紅 (0.01%)

氫氧化鈉 (0.01M)

實驗步驟

(一) 認識指示劑的顏色

- 1.在墊板上每相隔約3公分，滴下1滴鹽酸，總共4滴如圖上第一行的○○○○←鹽酸
- 2.在墊板的第二行，以同樣的方式，滴下1滴氫氧化鈉，總共四滴如圖。



- 3.取甲基紅指示劑，在1位置的鹽酸上，滴下1滴指示劑，觀察顏色有何改變？記錄觀察的結果；同樣在氫氧化鈉上，滴下1滴甲基紅指示劑，觀察有何變化？並記錄於表內：

指示劑 \ 溶液	甲基紅	溴瑞香草酚藍	酚酞	酚紅
鹽酸				
氫氧化鈉				

- 4.同步驟3的方式，試一試其他的指示劑，將觀察到的現象記錄於上表。

(二) 酸鹼中和

- 5.記錄好後，在墊板的第一行的4個溶液上，分別各滴下2滴的氫氧化鈉溶液，並用咖啡棒攪拌均勻，仔細觀察顏色有何變化？是否與第二行的顏色一樣（但顏色比較淡一點），自行記錄在本頁紙的背面。同樣第二行的4個溶液上，滴下2滴的鹽酸溶液，記錄其變化。
- 6.用面紙將墊板上的各溶液擦乾，看看面紙上的顏色，然後滴下數滴蒸餾水於墊板上，用咖啡棒擦一擦墊板，清潔一下墊板，再用面紙擦乾後，墊板就可以繼續再使用。

化學尋寶

(未知溶液的分析)

「化學尋寶」就是未知溶液的分析。化學教育學者認為以探索化學變化來學習化學，不僅能引起學生學習化學的興趣，而且最為有效，尤其以「尋寶」的方式，自行設計步驟，步步思考，接受挑戰，最能滿足學生的好奇心。

試題

有8個塑膠點滴瓶（內為未知試樣），分別貼有標籤A、B、C、D、E、F、G、H，其中三瓶紅色，三瓶黃色，二瓶無色。已知瓶內溶液體積都約5 mL，各溶液可能是0.01M的鹽酸或0.01M的氫氧化鈉溶液。其中有的加有數滴指示劑，而溶液的顏色均來自指示劑（瓶內只有一種指示劑）。指示劑的變色範圍（pH值）如表所示：

指示劑	變色範圍	顏色變化
甲	4.2 ~ 6.3	紅—黃
乙	6.2 ~ 7.6	黃—藍
丙	6.8 ~ 8.4	黃—紅
丁	8.3 ~ 10.0	無—紅

一、桌上有白色墊板與面紙，另外有一瓶蒸餾水與咖啡棒。試利用這些器材分辨各未知

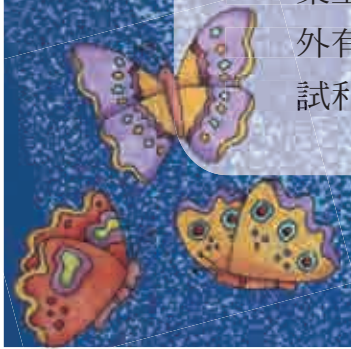
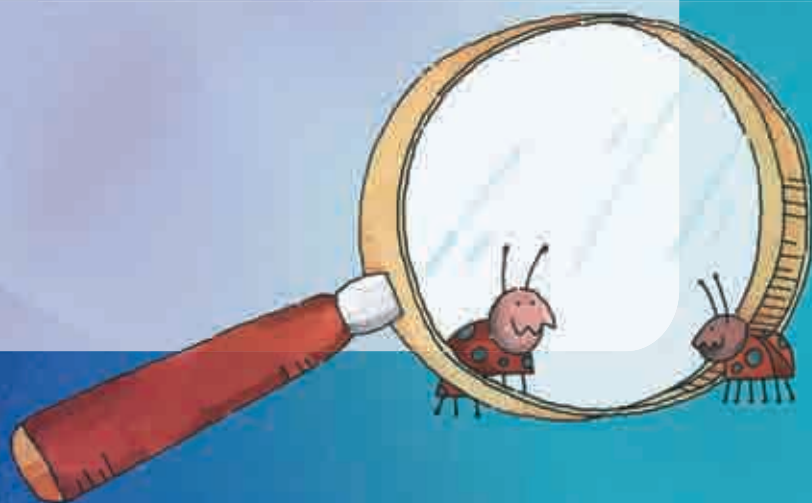
試樣的瓶內，各放有何種指示劑（甲、乙、丙、丁），並確定各瓶內溶液的酸鹼性。檢驗後將答案填寫在表內：

項目	例	A	B	C	D	E	F	G	H
酸鹼性	酸								
指示劑	丙								

注意

1. 廢液或廢紙要聽候集中處理。
2. 未知試樣完全答對每一試樣得10分，答錯倒扣4分。
3. 寫出分辨A與G的方法，正確者每項得10分。

二、簡述你分辨A與G的方法。（最好寫分辨流程與得到答案的理由，本頁空白若不夠寫，答案可以寫在本頁紙的背面）



附件 教師演示實驗

神奇的五個杯子

這是98指考化學試題卷中的兩個試題，題幹的一系列實驗操作，可當做教師演示實驗的素材。

6-7題為題組

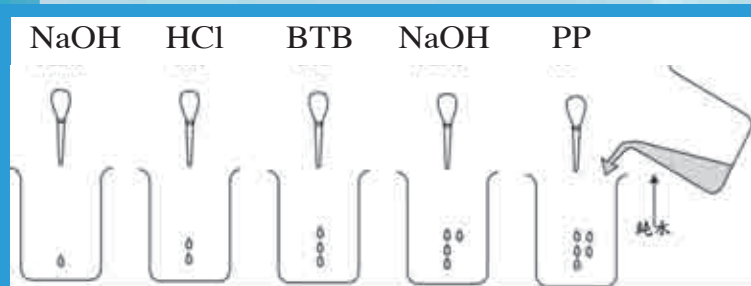
本題組與下述酸鹼實驗有關。

步驟：

一.在五個150mL的燒杯中，依表1分別滴入試劑（示意如圖1）。

表1、各杯溶液的配備

杯號	試劑	滴數	備註
1	NaOH	1	1.NaOH與HCl均為3.0M的水溶液
2	HCl	2	2.BTB是0.4%的溴瑞香草酚藍溶液
3	BTB	3	3.PP是0.4%的酚鑷溶液
4	NaOH	4	4.每滴體積相等，均為0.10mL
5	PP	5	



圖一

二.在各杯內滴入試劑後，倒80mL的蒸餾水於5號杯，得無色溶液。

三.將5號杯的無色溶液，全部

倒入1號杯，則溶液立即呈現粉紅色。

四.將1號杯的粉紅色溶液倒60mL於2號杯，結果溶液褪為無色。

五.將2號杯的無色溶液60mL全部倒入3號杯，結果溶液變為X色。

六.將3號杯的X色溶液倒20mL於4號杯，溶液變為紫色。

參考表2指示劑的顯色，回答第6-7題。

表2、指示劑的顯色

指示劑	酸性	中性	鹼性
BTB	黃	綠	藍
酚酞	無	無	粉紅

6.試問 x 是什麼顏色？

(A)黃(B)綠(C)藍(D)紫(E)粉紅

7.將作完步驟六後的所有杯中溶液倒在一起，結果溶液會呈現什麼顏色？

(A)黃(B)綠(C)藍(D)紫(E)粉紅

答案：6 (A)、7 (D)。

