



T-08 酸鹼指示劑與pH值測定

T-09 溶解度法則

(2011/11/01修訂)

領取器材：

一組一張投影片+白紙

●單號組先做E8

雙號組先做E9

●預報放在桌上、結報置於指定位置

●實驗八與九不需要寫藥品，僅查出指示劑變色範圍即可

T-08 酸鹼指示劑與pH值測定



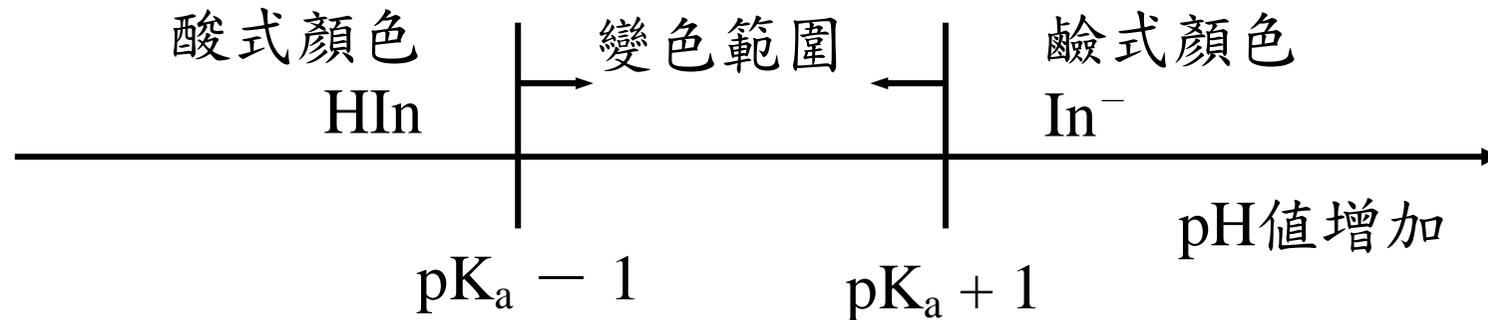
原理：酸鹼指示劑

$$K_a = \frac{[H_3O^+][In^-]}{[HIn]}$$

- $[HIn] \geq 10[In^-]$: 酸式指示劑顏色
- $[In^-] \geq 10[HIn]$: 鹼式指示劑顏色
- $[H_3O^+] \geq 10K_a$: 酸式指示劑顏色
- $[H_3O^+] \leq K_a/10$: 鹼式指示劑顏色

$$\frac{[HIn]}{[In^-]} = \frac{[H_3O^+]}{K_a}$$

→ **pH=pK_a±1**



試劑	酸式	鹼式	變色範圍 (pH)
酚酞	無	紫紅	8~10 (pK _a 9.4)

T-08 酸鹼指示劑與pH值測定



原理：鹽類水溶液之酸鹼性

- 強鹼 (NaOH) 之陽離子 (Na^+)：中性
- 強酸 (HCl) 的陰離子 (Cl^-)：中性
- 弱酸 (HF) 的共軛鹼 (F^-)：鹼性
- 弱鹼 (NH_3) 的共軛酸 (NH_4^+)：酸性
- 過渡金屬陽離子 (Fe^{3+})：酸性



實驗流程：

準備塑膠滴管



倒置於試管架上待用



在投影片上滴標準pH及鹽類溶液



再滴加指示劑



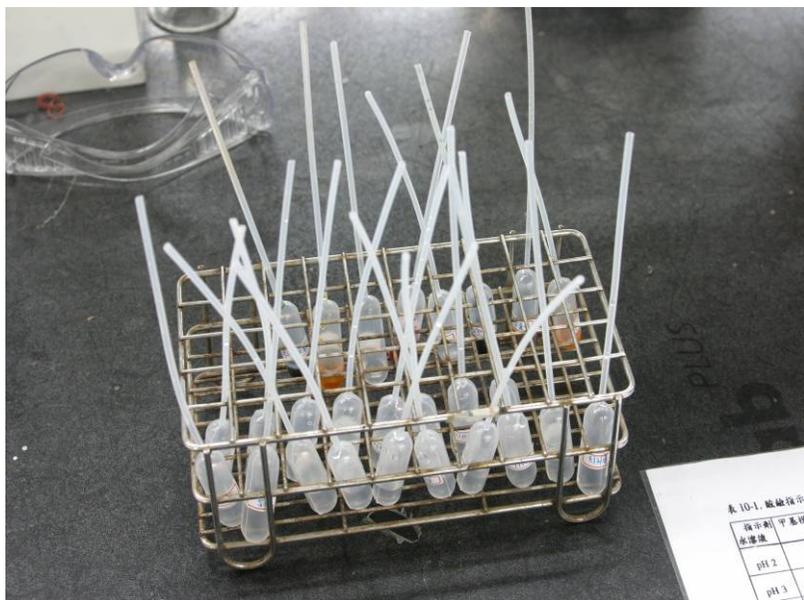
記錄顏色變化或拍照



判斷指示劑變色範圍及鹽類pH值



實驗步驟1



- 兩組共用一套塑膠滴管。
- 以**標籤**標示清楚，以免滴錯。
- 吸取各種試劑約1 mL，**倒置**。
(準備一擦手紙備用，以盛接擠出帶氣泡的試劑)
- 滴管內試劑若顏色異常：
滴管中溶液擠出
 - ➔ 吸取杯中乾淨去離子水
 - ➔ 清洗排放數次
 - ➔ 更換新試劑



正確清洗滴管



吸

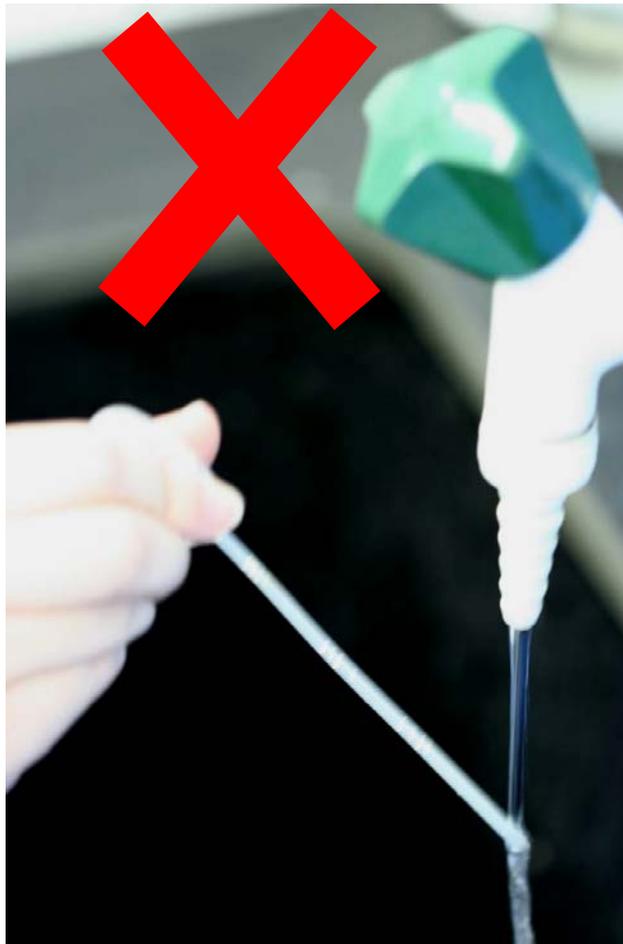
- ◆ 塑膠滴管應分類整理
- ◆ 清洗滴管
 - ➔ 先將滴管內試劑擠出
 - ➔ 再吸、排去離子水數次



排



清洗滴管錯誤的方法



若僅置於水龍頭下清洗，
滴管無法確定清洗乾淨，
往往只清洗到滴管外面。

實驗流程：



實驗步驟2

表 10-1. 酸鹼指示劑顏色變化測試表

指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴麝香 草酚藍	酚紅	酚酞	萬紫黃 R	廣用 指示劑
pH 2							
pH 3							
pH 4							
pH 5							
pH 6							
pH 7							
pH 8							
pH 9							
pH 10							
pH 11							
pH 12							
pH 13							
1 M NH ₄ Cl							
1 M NaCl							
1 M NH ₄ OAc							
1 M NaOAc							
1 M NaHCO ₃							
食鹽							

75

- 一組一張投影片與白紙
- 先橫向滴加透明無色的pH及鹽類水溶液
- 再縱向滴加各種指示劑（等體積混合）
- 保持每一液滴大小相同
- 勿碰觸投影片上的液滴，以免污染

實驗流程：

準備塑膠滴管



倒置於試管架上待用



在投影片上滴標準pH及鹽類溶液



再滴加指示劑



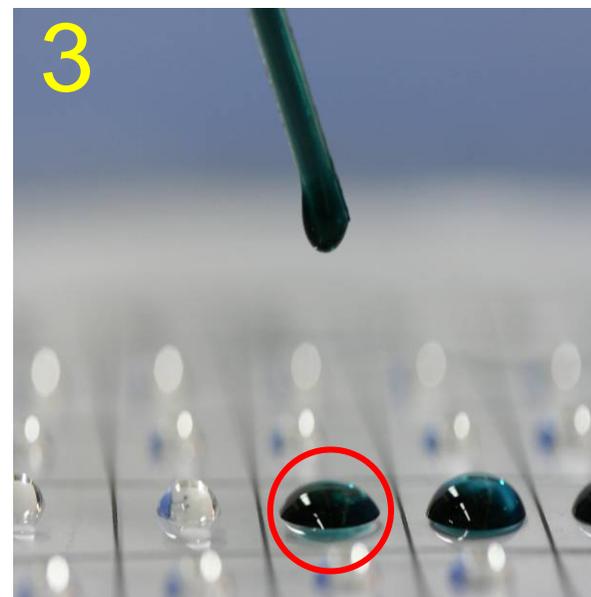
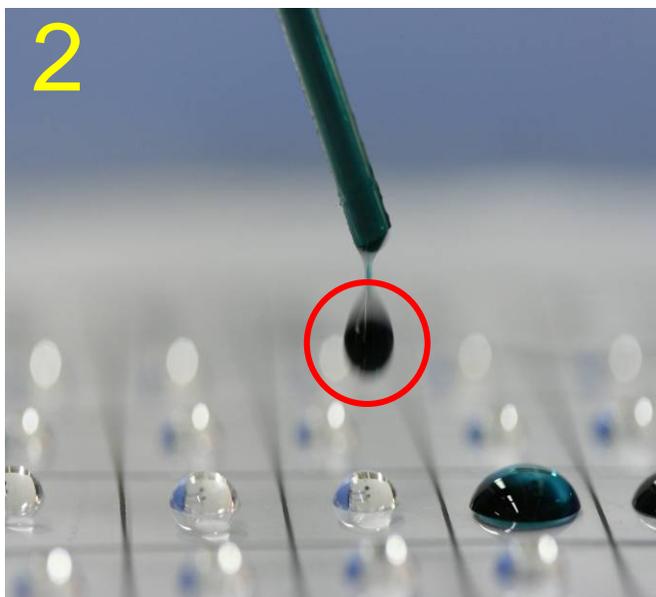
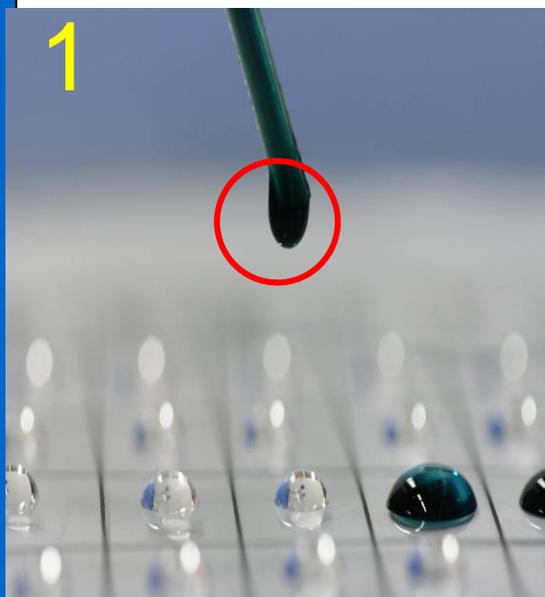
記錄顏色變化或拍照



判斷指示劑變色範圍及鹽類pH值



滴加指示劑



滴加試劑時勿碰觸投影片上的液滴，以免污染

實驗流程：

準備塑膠滴管

倒置於試管架上待用

在投影片上滴標準pH及鹽類溶液

再滴加指示劑

記錄顏色變化或拍照

判斷指示劑變色範圍及鹽類pH值



pH = 2~4

實驗步驟3

表 10-1. 酸-指示劑顏色變化測試表

指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴酚藍 草酚藍	酚紅	酚酞	萬壽黃 R	廣用 指示劑
pH 2	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅
pH 3	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅
pH 4	橙	紅	黃	黃	無色	黃	紅
pH 5	黃	紅	黃	黃	無色	黃	紅
pH 6	黃	橙	黃	黃	無色	黃	紅
pH 7	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 8	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 9	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 10	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 11	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 12	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
pH 13	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
1 M NH ₄ Cl	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
1 M NaCl	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
1 M NH ₄ OAc	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
1 M NaOAc	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
1 M NaHCO ₃	黃	橙	藍	紅	無色	黃	綠
食醋	橙	紅	黃	黃	無色	黃	紅

- 酚酞指示劑（酒精溶液）之表面張力較小，較易暈開，最後滴加
 - 投影片四角以物品固定
 - 可滴在表格外側
- 記錄顏色變化
- 圈出各指示劑變色範圍
- 利用指示劑顏色變化推定各種鹽類水溶液的pH值

T-09 溶解度法則



目的與原理

■ **目的**：利用點滴實驗，簡單快速的印證『溶解度法則』。

■ **原理**：

NO_3^- ：所有硝酸鹽皆可溶

CH_3COO^- ：所有醋酸鹽皆可溶

Cl^- 、 Br^- 、 I^- ：皆可溶，除了 Ag^+ 、 Hg_2^{2+} 、 Pb^{2+}

SO_4^{2-} ：所有硫酸鹽皆可溶，除了 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Hg_2^{2+} 、 Ag^+

S^{2-} ：所有硫化物皆不溶，除了IA、IIA族陽離子及 NH_4^+

OH^- ：所有氫氧化物皆不溶，除了IA族陽離子及 Ca^{2+} 、 Sr^{2+} 、 Ba^{2+}

CO_3^{2-} ：所有碳酸鹽皆不溶，除了IA族陽離子及 NH_4^+

PO_4^{3-} ：所有磷酸鹽皆不溶，除了IA族陽離子及 NH_4^+

實驗流程：

準備塑膠滴管



倒置於試管架上待用



在投影片上滴加陽離子試劑



再滴加陰離子試劑



觀察顏色及沈澱變化



記錄或拍照



實驗步驟 1



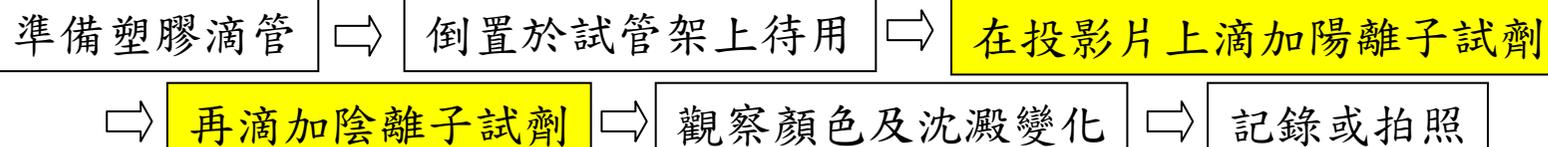
- 兩組共用一套塑膠滴管。
- 標籤清楚標示，以免錯取。
- 吸取各種試劑約1 mL，倒置。
- 滴管內試劑若顏色異常或沉澱：

滴管中溶液擠出

- ➔ 吸取杯中乾淨去離子水
- ➔ 清洗排放數次
- ➔ 更換新試劑



實驗流程：



實驗步驟2

橫向滴加陽離子試劑

表 9-2 溶解度法則—陰、陽離子沉澱反應測試表

陽離子 試劑	陽離子 (對照組)	陰 離 子 試 劑							
		OAc ⁻ (Na ⁺)	Cl ⁻ (Na ⁺)	SO ₄ ²⁻ (Na ⁺)	OH ⁻ (Na ⁺)	CO ₃ ²⁻ (Na ⁺)	PO ₄ ³⁻ (Na ⁺)	S ²⁻ (NH ₄ ⁺)	
Ag ⁺ (NO ₃)									
Pb ²⁺ (NO ₃)									
Cu ²⁺ (NO ₃)									
Bi ³⁺ (NO ₃)									
Fe ³⁺ (NO ₃)									
Co ²⁺ (NO ₃)									
Zn ²⁺ (NO ₃)									
Al ³⁺ (NO ₃)									
Mg ²⁺ (NO ₃)									
Ca ²⁺ (NO ₃)									
K ⁺ (NO ₃)									
NH ₄ ⁺ (NO ₃)									

- 一組一張投影片與白紙
- 先橫向滴加透明的陽離子試劑
- 再縱向滴加陰離子試劑（等體積混合，並可以牙籤小心攪動幫助混合均勻）
- 請控制每滴液滴大小差不多。
- 滴加試劑時勿碰觸投影片上的液滴，以免污染

實驗流程：



實驗步驟 (3)

表 9-2 溶解度法別一陰、陽離子沉澱反應測試表

陽離子 試劑	陽離子 (對照瓶)	陰 離 子 試 劑						
		OAc (Na ⁺)	Cl ⁻ (Na ⁺)	SO ₄ ²⁻ (Na ⁺)	OH ⁻ (Na ⁺)	CO ₃ ²⁻ (Na ⁺)	PO ₄ ³⁻ (Na ⁺)	S ²⁻ (NH ₄ ⁺)
Ag ⁺ (NO ₃)								
Pb ²⁺ (NO ₃)								
Cu ²⁺ (NO ₃)								
Bi ³⁺ (NO ₃)								
Fe ³⁺ (NO ₃)								
Co ²⁺ (NO ₃)								
Zn ²⁺ (NO ₃)								
Al ³⁺ (NO ₃)								
Mg ²⁺ (NO ₃)								
Ca ²⁺ (NO ₃)								
K ⁺ (NO ₃)								
NH ₄ ⁺ (NO ₃)								

襯墊白紙

表 9-2 溶解度法別一陰、陽離子沉澱反應測試表

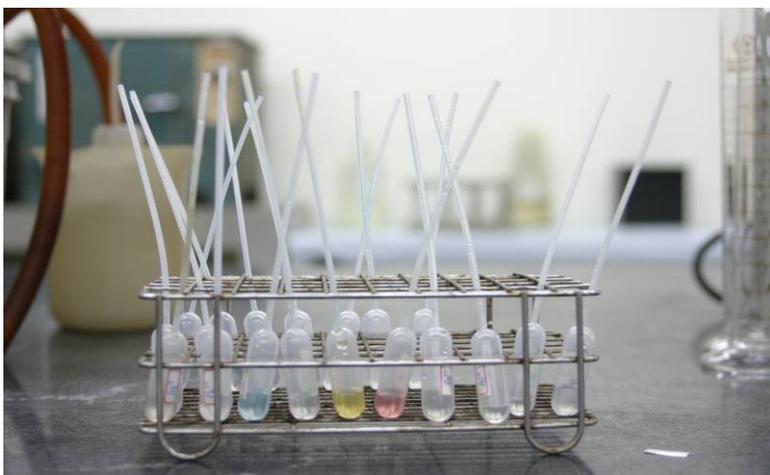
陽離子 試劑	陽離子 (對照瓶)	陰 離 子 試 劑						
		OAc (Na ⁺)	Cl ⁻ (Na ⁺)	SO ₄ ²⁻ (Na ⁺)	OH ⁻ (Na ⁺)	CO ₃ ²⁻ (Na ⁺)	PO ₄ ³⁻ (Na ⁺)	S ²⁻ (NH ₄ ⁺)
Ag ⁺ (NO ₃)								
Pb ²⁺ (NO ₃)								
Cu ²⁺ (NO ₃)								
Bi ³⁺ (NO ₃)								
Fe ³⁺ (NO ₃)								
Co ²⁺ (NO ₃)								
Zn ²⁺ (NO ₃)								
Al ³⁺ (NO ₃)								
Mg ²⁺ (NO ₃)								
Ca ²⁺ (NO ₃)								
K ⁺ (NO ₃)								
NH ₄ ⁺ (NO ₃)								

襯墊黑色桌面

→ 記錄 (a) 有無沈澱、(b) 沉澱顏色，以及 (c) 溶液顏色



整理與回收



- 以洗瓶沖洗投影片上廢液集中於燒杯
- 廢液若含重金屬(實驗九)倒入重金屬廢液桶回收
- 投影片擦拭乾淨與襯墊白紙一同回收，依實驗分類
- 塑膠滴管分類整理，置桌面，下一班續用；最後的實驗班將滴管洗淨滴乾、分類好後，用橡皮筋綁好，交回紙箱。