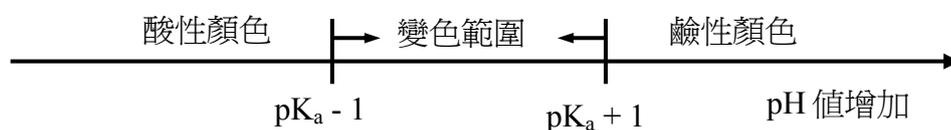


當溶液中 $[HIn] \geq 10[In^-]$ 時，肉眼可看出酸性指示劑的顏色，即 $[H_3O^+] \geq 10K_a$ ， $pH \leq pK_a - 1$ ，可見到指示劑帶酸性顏色；同理，當 $pH \geq pK_a + 1$ ，可見到指示劑帶鹼性顏色。由此可知，指示劑顏色變化的範圍在 $pH = pK_a \pm 1$ 之間：



因此一般酸鹼滴定於選擇指示劑時，若溶液當量點的 pH 值介於指示劑 $pK_a \pm 1$ 的變色範圍內，那麼該指示劑就可用在這個滴定反應上。

酸鹼指示劑各具有不同的 pK_a 值，因此變色範圍也不同。如果使用變色範圍不同的指示劑分別滴入溶液中，由各別顏色的變化就可進一步推定出溶液的 pH 值為何。在本實驗中，將觀察七種指示劑顏色的變化並用以測定各種鹽類水溶液的 pH 值。

三、儀器與材料：投影片一張、塑膠滴管 25 支。

四、藥品：

(一) 指示劑：

0.1% 甲基橙 (methyl orange)、0.1% 甲基紅 (methyl red)、0.1% 酚紅 (phenol red)、0.1% 酚酞 (phenolphthalein)、0.1% 茜素黃 R (alizarin yellow R)、0.1% 溴瑞香草酚藍 (bromthymol blue)、廣用指示劑 (universal indicator, 含甲基紅、溴瑞香草酚藍及酚酞)

(二) 鹽類水溶液：

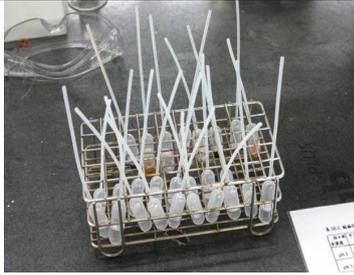
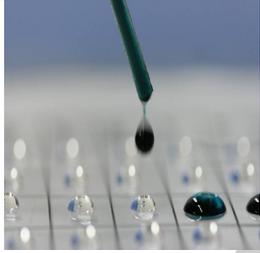
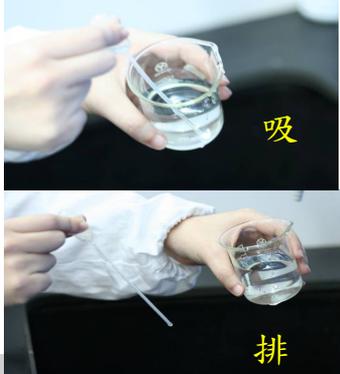
1 M 氯化銨 (ammonium chloride, NH_4Cl)、1 M 氯化鈉 (sodium chloride, $NaCl$)、1 M 醋酸銨 (ammonium acetate, CH_3COONH_4)、1 M 醋酸鈉 (sodium acetate, CH_3COONa)、1 M 碳酸氫鈉 (sodium hydrogen carbonate, $NaHCO_3$)、待測溶液。

(三) pH 2~13 緩衝溶液

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 → 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

五、實驗步驟：

	步驟	示範照片																																																																																																																
1.	<p>準備乾淨塑膠滴管，在吸球上貼妥各種指示劑、標準 pH 值緩衝溶液及鹽類水溶液的標籤。</p> <p>依標籤所示吸取各種試劑約 1 mL，將吸球部分朝下，滴管口向上，倒置於試管架上。</p>																																																																																																																	
	<p>在印有「酸鹼指示劑顏色變化測試表」之投影片上，每一方格內依縱軸標示橫向滴加 pH 2 ~13 緩衝溶液及 1 M 鹽類水溶液各一滴。</p> <p>再於直欄格位內依橫軸標示滴加一滴指示劑，使二液滴混合。觀察並記錄顏色變化。</p>	<p>表 10-1. 酸鹼指示劑顏色變化測試表</p> <table border="1" data-bbox="975 607 1329 846"> <thead> <tr> <th>指示劑 水溶液</th> <th>甲基橙</th> <th>甲基紅</th> <th>溴酚藍 單指示</th> <th>酚紅</th> <th>酚酞</th> <th>溴百里 藍</th> <th>廣用 指示劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>pH 2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>pH 13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>1 M Na₂CO₃</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴酚藍 單指示	酚紅	酚酞	溴百里 藍	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 Na ₂ CO ₃							
指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴酚藍 單指示	酚紅	酚酞	溴百里 藍	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 Na ₂ CO ₃																																																																																																																		
2.	<p>註 1：保持滴管口垂直懸空向下，小心擠壓吸球，使所滴溶液恰為一滴，且滴於欄位的中央。滴管口不可碰觸到投影片上之液滴，以避免污染。</p>																																																																																																																	
	<p>註 2：實驗過程中若滴管不慎污染，應先將其內所裝試劑壓擠出，以蒸餾水沖洗數次後，再更換新試劑。</p>																																																																																																																	
3.	<p>記錄顏色變化。依顏色變化判斷酸鹼指示劑變色範圍、鹽類及待測液之 pH 值。</p>	<p>表 10-1. 酸鹼指示劑顏色變化測試表</p> <table border="1" data-bbox="975 1547 1329 1704"> <thead> <tr> <th>指示劑 水溶液</th> <th>甲基橙</th> <th>甲基紅</th> <th>溴酚藍 單指示</th> <th>酚紅</th> <th>酚酞</th> <th>溴百里 藍</th> <th>廣用 指示劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>pH 2</td><td>紅</td><td>紅</td><td>黃</td><td>黃</td><td>無色</td><td>黃</td><td>紅</td></tr> <tr><td>pH 3</td><td>紅</td><td>紅</td><td>黃</td><td>黃</td><td>無色</td><td>黃</td><td>紅</td></tr> <tr><td>pH 4</td><td>紅</td><td>紅</td><td>黃</td><td>黃</td><td>無色</td><td>黃</td><td>紅</td></tr> <tr><td>pH 5</td><td>紅</td><td>紅</td><td>黃</td><td>黃</td><td>無色</td><td>黃</td><td>紅</td></tr> <tr><td>pH 6</td><td>紅</td><td>紅</td><td>黃</td><td>黃</td><td>無色</td><td>黃</td><td>紅</td></tr> <tr><td>pH 7</td><td>橙</td><td>橙</td><td>綠</td><td>橙</td><td>無色</td><td>綠</td><td>黃</td></tr> <tr><td>pH 8</td><td>黃</td><td>黃</td><td>藍</td><td>紅</td><td>無色</td><td>藍</td><td>綠</td></tr> </tbody> </table>	指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴酚藍 單指示	酚紅	酚酞	溴百里 藍	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	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅	pH 5	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅	pH 6	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅	pH 7	橙	橙	綠	橙	無色	綠	黃	pH 8	黃	黃	藍	紅	無色	藍	綠																																																
指示劑 水溶液	甲基橙	甲基紅	溴酚藍 單指示	酚紅	酚酞	溴百里 藍	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	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅																																																																																																											
pH 5	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅																																																																																																											
pH 6	紅	紅	黃	黃	無色	黃	紅																																																																																																											
pH 7	橙	橙	綠	橙	無色	綠	黃																																																																																																											
pH 8	黃	黃	藍	紅	無色	藍	綠																																																																																																											
4.	<p>用水將投影片沖洗乾淨並用紙巾拭乾；裝盛試劑的塑膠滴管管口朝上吸球向下置於試管架上，留待下一班使用。</p>																																																																																																																	