

十六、酸鹼度測定計

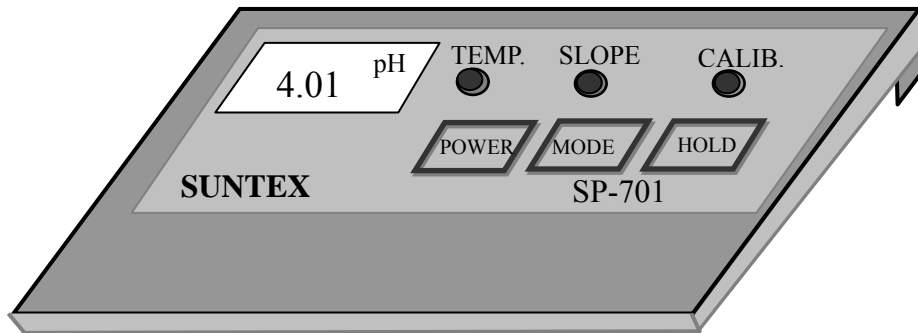


圖 T16-1 酸鹼度測定計 (pH meter, SUNTEX SP-701) 主機正面圖

一、原理：

酸鹼度測定計 (pH-meter) 是用來量測溶液 pH 值的儀器。它的測量原理，是利用由參考電極與指示電極所組成的組合式 pH 電極，將此電極浸在待測溶液中，當待測溶液的氫離子濃度不同時，電極的電位 (E_m) 即隨之變化，如式 16-1。以電位計測量電位，利用 E_m 與 pH 值之間的線性關係，測量待測溶液的酸鹼度，如圖 T16-2。

$$E_m = K - 2.3RT(\text{pH})/nF \quad (16-1)$$

其中，
 E_m ：所量測到之電位
 K ：常數，數值隨電極而定
 R ：氣體常數
 T ：溶液之絕對溫度
 pH ：溶液 pH 值
 n ：電極反應中之電子轉移數
 F ：法拉第常數

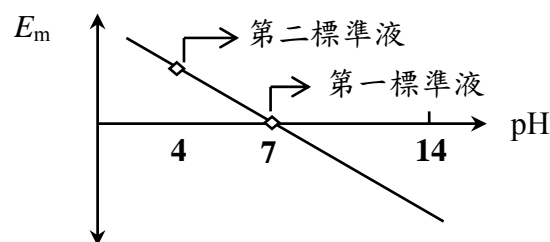


圖 T16-2 量測電位與溶液 pH 值關係

由於溫度會影響所測量的電位，因此在量測時必須使用儀器的溫度探測棒量測溶液溫度進行自動溫度補償操作。酸鹼度測定計在使用前，必須先校正儀器，通常使用兩種標準 pH 值緩衝溶液校正儀器。當待測溶液在酸性範圍時，使用 pH 7.0 緩衝溶液作為第一標準液，目的是定出儀器讀值的絕對值；再以 pH 4.0 緩衝溶液做為第二標準液，定出直線關係式的斜率。當待測溶液在鹼性範圍時，同樣使用 pH 7.0 緩衝溶液作為第一標準液，但使用 pH 10.0 緩衝溶液為第二標準液。校正完畢，儀器就可利用前述方程式轉換量測電位為待測溶液的 pH 值。

二、器材：

實驗器材包括：酸鹼度測定計（Suntex SP-701）、標準 pH 值緩衝溶液、待測溶液。

（一）酸鹼度測定計之儀器組成包括三部分：

1. pH 電極：感測溶液的氫離子濃度變化。
2. 溫度探測棒：量測溶液的溫度。
3. 電位測量計：測量參考電極與指示電極的電位差，並轉換為溶液 pH 值。

（二）儀器正面儀表板包括：

1. 電子顯示幕：顯示測量之功能模式及數值。
2. POWER 按鍵：電源開關按鍵。
3. MODE 按鍵：功能切換鍵，切換測量功能，包括溫度量測、pH 值量測，或是電位量測。壓按一下按鍵，儀器會切換為不同測量功能並且顯示在電子字幕上。
4. HOLD 按鍵：讀值鎖定及解除鍵，壓按一下可將顯示幕上數值鎖定，再壓按一下則解除鎖定。
5. TEMP 鈕：溫度補償調控鈕，配合手動溫度補償時使用。
6. CALIB 鈕：零點調控鈕，配合 pH 7.0 標準液校正時使用。
7. SLOPE 鈕：斜率調控鈕，配合 pH 4.0 或 10.0 之標準液使用。

三、實驗操作：

1. 檢查儀器及熱機

酸鹼度測定計在使用之前應該先檢查電源線、溫度探測棒、pH 電極的接線均已裝接好。接上電源插座，壓按“POWER”鍵，打開電源，熱機 10 分鐘，使機器穩定。

2. 清洗電極

壓按“HOLD”鍵，鎖定顯示幕數值。將電極自浸泡的蒸餾水中取出，並以一個廢液杯盛接清洗液，使用裝有蒸餾水的洗瓶，沖洗電極以及溫度探測棒，再用拭鏡紙將洗淨的電極以及溫度探測棒擦乾。

3. pH 7.0 標準緩衝溶液校正儀器

將洗淨的電極及溫度探測棒放入 pH 7.0 的標準緩衝溶液中，壓按“MODE”鍵，至顯示幕右下方出現 $^{\circ}\text{C}$ 的字樣，再壓按“HOLD”鍵解除鎖定，這時，螢幕顯示溶液的溫度，記錄此溫度值。由於溫度探測棒所測得之溫度值會直接輸入儀器中，進行自動溫度補償校正，因此無須再調整溫度補償鈕。再壓按“MODE”鍵至顯示幕右上方出現 pH 字樣，表示儀器現在是在 pH 量測功能。由於溫度會影響緩衝溶液的 pH 值，因此，依標準液的溫度由表 T16-1 查出對應的 pH 值。例如：若溶液的溫度是 27.3°C ，則 pH 7.0 緩衝溶液的 pH 值應為 7.00。調整“CALIB.”旋鈕至顯示幕數字為正確值「7.00」；然後壓按“HOLD”鍵，將顯示幕鎖定。

4. pH 4.0 標準緩衝溶液校正儀器

將電極與溫度探測棒自 pH 7.0 緩衝溶液中取出，再以蒸餾水沖洗並擦拭乾，放入 pH 4.0 緩衝溶液中，壓按“HOLD”鍵以解除字幕鎖定。同樣，依標準溶液的溫度查出對應 pH 值，例如：溶液的溫度是 27.3°C ，則 pH 4.0 緩衝溶液的 pH 值應為 pH 4.00，轉動“SLOPE”旋鈕至顯示幕數值為正確值「4.00」；壓按“HOLD”鍵，將顯示幕數值鎖定，完成校正。必要的時候可重覆上述校正步驟到校正值都正確為止。校正完成後，將電極以及溫度探測棒自 pH 4.0 緩衝液中取出，再以蒸餾水經沖洗、擦拭乾後，浸泡於乾淨的蒸餾水中待用。

5. 測定待測溶液 pH 值

將電極及溫度探測棒取出，用拭鏡紙擦乾，浸入待測溶液中，壓按“HOLD”鍵以解除鎖定，此時顯示幕上的數值即為待測溶液 pH 值。

6. 實驗結束後處理

試樣測定完成後，先將儀器電源關閉，再將電極以及溫度探測棒從待測溶液中取出，使用蒸餾水洗淨擦乾後，浸泡於乾淨的蒸餾水中，完成儀器使用。如果長時間不使用，則應將電極浸泡於 3 M 的氯化鉀 (KCl) 溶液中。

四、注意事項：

1. pH 電極一般為玻璃電極，價格昂貴且易破損，使用時要小心。
2. 清洗電極或者是暫時不用時，都要壓按“HOLD”鍵，將顯示幕數值鎖定，以保護顯示幕。
3. 每次更換溶液均需要使用蒸餾水沖洗電極及溫度探測棒，並用拭鏡紙擦乾。擦拭時，請勿摩擦電極的感測玻璃頭，否則會產生干擾，影響電極的反應。
4. 電極的前端應充分浸入於溶液中，以避免讀值跳動而影響測定，但也不可以碰觸到容器的器壁。
5. 電極暫時不用時需浸在蒸餾水中，以免電極損壞。
6. 如果長時間不使用，則應將電極浸泡於 3 M 氯化鉀溶液中。
7. 使用操作過程中，若更換電極或者是關閉電源均需要重新校正儀器。
8. 實驗結束時，只須將酸鹼度測定計的電源關閉，不須拔下插頭，以保持機器的穩定。

五、參考資料：

1. 國立台灣大學化學系普化教學小組 大學普通化學實驗；第十版；台大出版中心：台北，民國九十一年。
2. Shugar, G. J.; Shugar, R. A.; Bauman, L.; Bauman, R. S. *Chemical Technicians' Ready Reference Handbook*; 2nd ed.; McGraw-Hill Book Co.: New York, 1981.

3. SP-701 實驗室酸鹼度、氧化還原、溫度測定儀操作說明書。

表 T16-1 標準溶液 pH 值隨溫度之變化

溫度 (°C)	pH 值		
	pH 4.00 標準液	pH 7.00 標準液	pH 10.00 標準液
5	3.99	7.08	10.22
10	3.99	7.06	10.16
20	3.99	7.01	10.05
25	4.00	7.00	10.00
30	4.01	6.99	9.95
40	4.03	6.98	9.88
50	4.05	6.97	9.84
60	4.08	6.98	9.79