



# 實驗 6

## 水污染的檢測－濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度



**引言**…………… 如何知道魚缸、小溪、埤塘受污染了？透過水質檢測，可以探查各區域水質的健康程度，也幫助了解環境變化的趨勢。未來生態環境的變遷，沒有人是局外人可以視而不見，我們需要與生存環境有著和諧共生的關係，實踐社會永續經營的理念。

**實驗目的**…… 只要發現水的顏色不對或是存有異味，就會判定水質有問題，但問題到底出在哪裡？ 哪些指標可判定存在問題？該如何檢測？本實驗採集三種水樣，利用濁度、酸鹼度、導電度及溶氧度的檢測值來比較各種水源的污染程度。

**實驗原理**…… 一、濁度

濁度(turbidity)為水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等。濁度愈高會影響水體外觀及阻礙光線的穿透，進而影響水生植物的光合作用，對水質產生影響。濁度的單位可用 NTU (nephelometric turbidity unit)，當 1 公升的水中含有 1 毫克的二氧化矽(SiO<sub>2</sub>)懸浮時，此時水樣的濁度稱為 1 NTU 或 1 度。一般濁度計其測定方法，是比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度。使用前需先以適當之標準濁度懸浮液於各濁度範圍校正，或依照製造商提供之儀器操作手冊來校正儀器。濁度測定時先搖動水樣使固態顆粒均勻分散，待氣泡消失後，將水樣倒入樣品試管中，直接從濁度計讀取濁度值。

二、酸鹼度

酸鹼度和溶液中氫離子的濃度有關。酸鹼度測定計 (pH-meter) 是用來量測溶液 pH 值的儀器。測量原理是利用 pH 電極浸在待測溶液中，當待測溶液的氫離子濃度不同時，電極的電位即隨之變化。由於溫度也會影響測量的電位，因此必須同時量測溶液溫度，以進行溫度補償操作。酸鹼度測定計在使用前，必須先校正儀器，通常使用 pH 4.0、pH 7.0、pH 10.0 等標準緩衝溶液來校正儀器。

### 三、導電度

用於測量溶液的導電率或溶液中的總離子濃度。溶液的導電度會隨溫度升高而變大，所以應於 25°C 量測或採用有溫度補償的裝置。電導率常用單位為  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ( $1 \text{ S}/\text{cm} = 10^3 \text{ mS}/\text{cm} = 10^6 \mu\text{S}/\text{cm}$ )，或者使用姆歐 ( $1 \text{ mho}/\text{cm} = 1 \text{ S}/\text{cm}$ ) 為量測單位。水溶液的導電度值和離子濃度之間有線性關係，可用以測定未知樣本的濃度。也可以由離子的生成或消耗導致導電率變化來監測化學反應的速率。

### 四、溶氧度

自然界的水與大氣接觸會溶解微量氧氣，這些氧氣稱為水中溶氧，溶氧含量常是水質優劣之重要指標，水質愈乾淨，溶氧愈達飽和；若水中存在較多的需氧廢料，如有機物或營養鹽，當有機物被分解或微生物大量生長時都會消耗水中溶氧，造成溶氧降低。定溫下，溶氧度計利用兩電極間施加電壓，轉換的電流與溶氧濃度成正比，可將電流讀數轉換為溶解氧的濃度。

#### 實驗器材……

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> 濁度計 1 臺    | <input type="checkbox"/> 50 mL 燒杯 3 個  |
| <input type="checkbox"/> 酸鹼度計 1 臺   | <input type="checkbox"/> 10 mL 小藥杯 3 個 |
| <input type="checkbox"/> 導電度計 1 臺   | <input type="checkbox"/> BOD 瓶 3 個     |
| <input type="checkbox"/> 光學溶氧度計 1 臺 | (可以血清瓶或其他較易取得之容器取代)                    |



#### 實驗藥品……

濁度計校正液  
標準 pH 值緩衝溶液(4.0、7.0、10.0)

導電度校正液  
溶氧度校正液

## 實驗操作建議

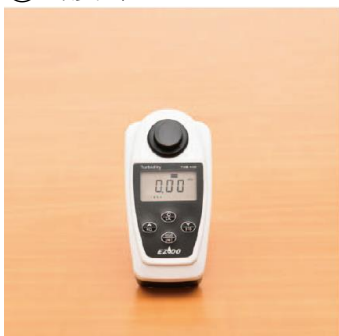
1. 學校購買的各類水質檢測儀器，筆型較經濟而堅固且易於攜帶，感測器探針型則利於同時檢測，並作數據分析處理，各校可視自行狀況採購。
2. 校正儀器的標準品，建議可使用 10 mL 小藥杯，每次加約 5 mL 標準品來校正，使用完畢須丟棄，不可回收再使用。
3. 建議採集適當的水樣，若內含雜質過多時會干擾檢測。

※以下實驗測得的水樣，非專業的採水方式，故測得的數據僅供參考。

## 實驗步驟……

- ①從環境的水域中，採集三種適當的水樣，例如：湖水、河水、池塘水、魚缸水、水溝水、自來水、雨水、蒸餾水等水樣，以燒杯採集水樣。
- ②依照各種廠牌儀器的操作步驟，對濁度器、酸鹼度計、導電度計及光學溶氧度計，先以標準品進行校正。
- ③使用各種感測器，依次測量水樣的溫度、濁度、pH 值、導電度及溶氧量。

①濁度計



③導電度計

②酸鹼度計



④溶氧度計



(圖片為檢測自來水。)

- ④每次水樣檢測完畢後，需先以蒸餾水沖洗感測器接觸水樣的位置 3~5 秒，輕輕甩乾，並擦拭掉外面的水滴後再量測下一個水樣。
- ⑤感測器浸入水樣測量時，需等儀器顯示數據穩定後，再記錄數值。

## 廢棄物處理……

名稱	處理方法
校正液	依照性質回收，或倒入水槽流放
各種水樣	可倒入水槽流放

實驗  
紀錄



水汙染的檢測

(以下為參考數值，依各校環境取樣，不同廠商儀器會測得不同數值)

實驗	溫度 (°C)	濁度 (NTU)	酸鹼值 (pH)	導電度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	溶氧值 (mg/L)
水樣 1 <u>池塘水</u>	17.7	1.18	8.66	180	8.92
水樣 2 <u>蒸餾水</u>	18.4	0.00	6.32	30	8.30
水樣 3 <u>自來水</u>	18.3	0.53	8.14	180	8.70


 討論  
問題


1. 一般雨水 pH 值多少為酸雨？分析的環境水樣本中是否有顯示酸雨的跡象？

答：酸雨會侵蝕建築物或雕像，流經或穿過地面時，也會影響許多動植物。

環保署定義 pH 值小於 5.0 的雨水為酸雨；正常空氣中所含的二氧化碳，室溫下溶於水達成平衡後 pH 值約為 5.6，雨水中若含有其他酸性物質，則 pH 值會更低，一般雨水 pH 值介於 5.6~7.0 之間皆為正常值。水樣本的 pH 值若小於 5.6，便是顯示或許有酸雨的跡象。

2. 常見水源導電度數值如下表，而自來水的導電度為 100~300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，如果水源測得導電度過高，表示可能受到了汙染。本實驗中所採集的水樣本經由分析後，是否有顯示汙染的跡象？可能造成汙染的原因有哪些？

水質 / 項目	蒸餾水	逆滲透水	工業地區的雨水	農業地區的雨水
導電度(EC, $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1 $\mu\text{S}/\text{cm}$	10~30 $\mu\text{S}/\text{cm}$	60 $\mu\text{S}/\text{cm}$	30 $\mu\text{S}/\text{cm}$

答：一般正常環境的水樣，導電度值高低與水中所有溶解的離子濃度有關。在天然的水裡，硬水中的離子占了導電度重要的部分。另外水中如果溶解了大量的鹽類，例如海水導電度的數值就會很高。一般測量單位：淡水的測量單位是  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，海水的測量單位是  $\text{mS}/\text{cm}$ 。導電度也與滲透壓大小有關，高導電度則會有高滲透壓，會影響水中生物的生存。

3. 下表是河川水質汙染指標 (River Pollution Index, 簡稱 RPI), 對溶氧量的判定:

水質 / 項目	未 (稍) 受汙染	輕度汙染	中度汙染	嚴重汙染
溶氧量 (DO) mg/L	6.5 以上	4.6~6.5	2.0~4.5	2.0 以下

當水源溶氧量低於 2 mg/L, 大多數的水生生物是無法生存的, 在實驗中所採集的水樣本經由分析後, 就溶氧量而言是適合水生生物的生長環境嗎? 一般水中的飽和溶氧也與溫度有關, 溫度愈高溶氧愈少。以下為定溫下的溶氧量對照表:

溫度°C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
溶氧濃度 ppm	13.77	13.40	13.05	12.70	12.27	12.06	11.76	11.47	11.19	10.92
溫度°C	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
溶氧濃度 ppm	10.67	10.43	10.29	9.98	9.76	9.56	9.37	9.18	9.01	8.84
溫度°C	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
溶氧濃度 ppm	8.68	8.53	8.38	8.25	8.11	7.99	7.86	7.75	7.64	7.53
溫度°C	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
溶氧濃度 ppm	7.42	7.32	7.22	7.13	7.04	6.94	6.86	6.76	6.68	6.59

答: 一般正常環境的水樣溶氧量大於 6.5 mg/L, 在 25°C 時, 淡水溶氧低於 4 mg/L 表示危險, 約 8 mg/L 表示理想。受到有機汙染物消耗溶氧的影響, 會降低水中溶氧; 而溶氧高除曝氣作用外, 還可能是藻類行光合作用。清淨的水體一般不會超過 120% 之溶氧飽和度。若溶氧太高、飽和度超過 130% 時, 可能是水中營養鹽 (氮、磷) 豐富, 水生植物過度生長、水中光合作用旺盛產生氧所造成, 反而是水質惡化的警訊。

4. 臺灣《自來水水質標準》規定自來水水質濁度最大容許量，整理如下表。

由此可知，在不同原水濁度下，自來水廠具不同的「自來水濁度上限」，試解釋這些差異的可能原因。

原水濁度(NTU)	自來水濁度(NTU)
500 以下	4
500~1500	10
1500 以上	30

答：原水濁度升高會導致自來水濁度升高。水庫洩洪所排出的濁水，會使水庫下游的水質濁度上升，而大雨所帶來的大量泥沙，也會使水庫內的水質濁度上升，例如檢測到自來水的濁度在 10~30 NTU 時，可以推測當時水庫的原水濁度在 1500 NTU 以上。