

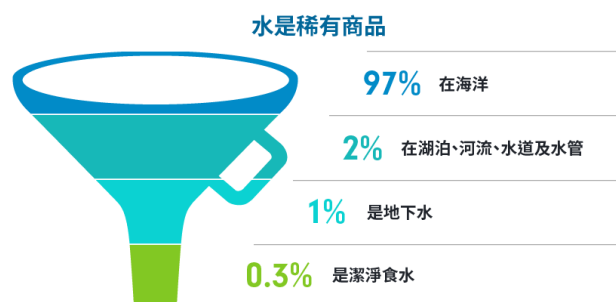
學園實地考察課程

水質分析及浮游生物觀察



學校名稱		組別	
學生姓名		考察日期	

地球上的水資源十分珍貴，淡水更只佔約2.5%，其餘的都是海水。隨著城市的發展，不同的水體可能受著不同程度的污染，以致在各種測試中呈現不同的數據。你可以從測試數據中分析水樣本的水質嗎？



而看起來平平無奇的一杯水，當中可能藏有數以千百計的生物，牠們很多都是「浮游生物」。浮游生物泛指生活於水中而缺乏有效移動能力的漂流生物，其中分別有浮游植物及浮游動物。部分浮游生物具游動能力，但其游動速度往往比它自身所在的洋流流速來得緩慢，因而不能有效地在水中靈活游動。大多數的浮游生物體型微小，卻於生態系統中有著重要的角色，有些物種更是水質優劣的指標。你能在水樣本中找到牠們嗎？

目的

- 了解淡水生態系統的動植物和環境特點
- 熟習不同水質指標的測試技巧
- 觀察、比較和分析不同水樣本的情況
- 培養同學對奧秘生物世界的鑒賞和尊重

水樣本測試

儀器及工具（每組）

考察部分			
☐ 指南針	x 1	☐ 毛筆	x 1
☐ 光度計裝置	共用	☐ 膠盤	x 1
☐ 透明大膠杯	x 1	☐ 水桶（連繩）	共用
☐ 取樣瓶	x 1	☐ 溶氧量計	x 1
☐ 網	x 1	☐ pH 及溫度計	x 1
☐ 鑷子	x 1	☐ 生物辨認冊	x 1
水質測試實驗部分			
☐ 預秤的已烘乾濾紙	x 2	☐ 光譜儀	共用
☐ 過濾漏斗裝置	x 1	☐ 比色杯	x2
☐ 蒸發皿	x 1	☐ 溶液 A（鉬酸氨 / 硫酸）	共用
☐ 電烘箱	共用	☐ 溶液 B（5% 氯化亞錫）	共用
☐ 氯化鈉折光儀	x 1	☐ 溶液 C（奈氏試劑）	共用
☐ 洗滌瓶（去離子水）套裝	x 1	☐ 化學需氧量試劑套裝	x 1
☐ 眼鏡布	x 1	☐ 大腸桿菌測試碟	共用
☐ 滴管	x 1		

考察程序

一. 觀察地理環境

觀察考察地點及其四周環境，在下面繪畫鳥瞰圖，當中包括：

- 研習點位置和方位（運用指南針）
- 水體的主要結構
- 水流方向
- 植被
- 水體內的東西（如石頭、木頭等）
- 其他相關資料

二. 量度水深和透光率

1. 利用光度計裝置上的刻度量度水體的水深。
2. 利用光度計裝置量度水面以及 10cm 水深的光強度，然後根據以下公式計算透光率。

$$\text{透光率(\%)} = \frac{10\text{cm 水深光強度}}{\text{水面光強度}} \times 100\%$$

三. 抽取水樣本

分別用大膠杯和取樣瓶收集水樣本，並觀察水樣本的狀況，填妥表一。

- 如有需要，可用水桶輔助。
- 請盡量抽取水體底部的水，或看似有雜質的水（如適用）。

四. 量度溶氧量 (Dissolved oxygen (DO))

把溶氧量計的探針直接放進水體中量度溶氧量。

- 請先用去離子水把探針沖洗乾淨，然後用布或紙巾印乾。
- 請避免產生氣泡，並讀取 30 秒內之平均值。

五. 量度 pH 值和水溫

把 pH 及溫度計的探針直接放進水體中量度 pH 值和溫度。

- 請先用去離子水或蒸餾水把探針沖洗乾淨，然後用布或紙巾印乾。
- 請避免產生氣泡，並讀取 30 秒內之平均值。

六. 尋找生物

觀察和搜索考察地點，辨認當中的生物並把其豐度記錄在表四，觀察其適應特徵。

- 可利用網或毛筆把生物放到膠盤中進行辨認，然後把牠們放入水樣本中。
- 如有藻類，可用鑷子把少量藻類放進水樣本中。
- 可留意石頭底或植物，搜尋依附在上的生物。

實驗步驟

一. 總懸浮固體 (Total suspended solids)

秤一張預先烘乾的濾紙，把 50ml 水樣本過濾至量杯內。用鑷子將過濾紙放進蒸發皿內，置於 105°C 電烘箱中一小時後再秤。

$$\text{總懸浮固體 (mg/L 或 ppm)} = \text{濾紙所增加的質量 (mg)} \times 20$$

二. 鹽度 (Salinity)

1. 用去離子水把氯化鈉折光儀校準，並用眼鏡布抹乾。
2. 將水樣本滴到接觸面上，直至填滿接觸面。
3. 讀取鹽度。

三. 化學需氧量 (Chemical oxygen demand (COD))

1. 把已過濾水盡量注滿小瓶。
2. 把試劑膠囊一端的黃色膠條拔出，並按壓膠囊，排走裡面的空氣。
3. 把膠囊開口浸入水樣本中，鬆手後水樣本會吸入膠囊內，直至約 2/3 至 3/4 滿。
4. 如未能吸入足夠水樣本，則重覆步驟 2 及 3。
5. 搖勻試劑後，靜待 **5 分鐘**即**馬上**使用對照表比對顏色，獲取樣本中的化學需氧量。

四. 氨含量 (Ammonia (NH₃) content)

1. 將已過濾水加入比色杯至白色線位置 (5ml)。
2. 將一滴溶液 C (奈氏試劑) 加入水樣本中。
3. 用膠塞塞住比色杯，上下倒置數次以充分混合液體。
4. 手指拿起比色杯的上部，抹去比色杯表面的所有指紋或液體。
5. 以光譜儀 (425 nm) 量度氨含量。

五. 磷酸鹽含量 (Phosphate (PO₄³⁻) content)

1. 將已過濾水加入比色杯至白色線位置 (5ml)。
2. 將一滴溶液 A (鉬酸氨 / 硫酸) 加入水樣本中。
3. 用膠塞塞住比色杯，上下倒置數次以充分混合液體。
4. 將一滴溶液 B (5% 氯化亞錫) 加入混合液中，再次混合。
5. 手指拿起比色杯的上部，抹去比色杯表面的所有指紋或液體。
6. 以光譜儀 (506 nm) 量度磷酸鹽含量。

六. 大腸桿菌測試 (*E. coli* content)

1. 用針筒抽出 1 ml 水樣本加至大腸桿菌測試碟中。
2. 把大腸桿菌測試碟置於 37°C 電烘箱中一晚。
3. 數算大腸桿菌的菌落數量。

討論問題

- 試與其他組比較，並分析各個水樣本的水質。
- 你認為哪些是影響水質的主要因素？為什麼？
- 哪種污水是引致氨/磷酸鹽含量高的污染源？為什麼？
- 哪些因素可以引致水中溶氧量改變？
- 什麼會引致藻華的出現？藻華的出現又如何影響生態？為什麼？
- 針對不同的樣本，是否需要增減檢測項目？試解釋原因。

數據記錄頁

表一. 物理因子

(可參考表五資料填寫)

物理因子	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四
水顏色				
氣味				
漂浮物				
水深 (m)				
水面光強度 (lux)				
10cm 水深光強度 (lux)				
透光率 (%)				
水溫 (°C)				
總懸浮固體 (mg/L 或 ppm)				

表二. 化學因子

化學因子	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四
溶氧量 (mg/L 或 ppm)				
pH 值				
鹽度 (ppt 或 g/100g)				
化學需氧量 (COD) (mg/L) (氧氣被消耗程度)				
氨含量 (ppm 或 mg/L)				
磷酸鹽含量 (ppm 或 mg/L)				

表三. 微生物

微生物	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四
大腸桿菌含量 (CFU/100ml)				

表四. 生物因子

生物	樣本一	樣本二	樣本三	樣本四
動物				
水龜				
蛙 / 蝌蚪				
蜻蜓 / 蜻蜓若蟲				
豆娘 / 豆娘若蟲				
紅蟲				
孑孓				
水蛭				
螺 / 蝸牛				
魚				
植物				
風車草				
睡蓮				
金銀蓮花				
大藻 / 水浮蓮				
浮萍				
粉綠狐尾藻				
鳳眼藍				
魚腥草				
燈心草				
銅錢草				

水體受污染程度分析

表五. 物理因子分析（四分比例）

物理因子	0	1	2	3
水顏色	清澈	混濁	呈褐色	呈黑色
氣味	無	略帶異味	頗惡臭	極惡臭
飄浮物	無	少量	中量	大量
透光率	> 70%	41% - 70%	10% - 40%	< 10%
與其他組別溫度之相差 (°C)	< 1	1 - 1.5	1.5 - 2	> 2
總懸浮固體 (mg/L或 ppm)	< 20	20 - 35	– 50	> 50

物理因子分析中評核分數之平均值 (A)

表六. 化學因子分析（四分比例）

化學因子	0	1	2	3
溶氧量 (mg/L 或 ppm)	> 7.0	5.1 - 7.0	3.0 - 5.0	< 3.0
pH	6.0 - 7.0	5.0 - 5.9 / 7.1 - 8.0	4.0 - 4.9 / 8.1 - 9.0	< 4.0 / > 9.0
鹽度 (ppt 或 g/100g)	< 3	3 - 6	7 - 10	> 10
化學需氧量 (mg/L)	< 5	5 - 13	14 - 50	> 50
氨含量 (ppm or mg/L)	< 2.1	2.1 - 5.0	5.1 - 7.0	> 7.0
磷酸鹽含量 (ppm or mg/L)	< 3.0	3.0 - 6.0	6.1 - 9.0	> 9.0

化學因子分析中評核分數之平均值 (B)

表七. 微生物分析（四分比例）

	0	1	2	3
大腸桿菌含量 (CFU/100ml)	< 180	181 - 400	401 - 610	> 610

微生物分析中評核分數之平均值 (C)

表八. 生物指示者

生物組別	指示種		
i	蜻蜓/豆娘若蟲 有蓋蝸牛	蜉蝣若蟲 水錢	石蠅若蟲 微藻（鼓藻）等
ii	石蛾若蟲 無蓋蝸牛	孑孓 綠藻	淡水蝦
iii	水蛭 原生動物（草履蟲）等	紅蟲（搖蚊幼蟲） 綠藻（水綿屬）等	水蟲
iv	軟泥蟲（顫蚓）	污水真菌	

表九. 生物因子分析（四分比例）

生物因子	0	1	2	3
指示性生物	i 組，但 ii、iii 及 iv 組的生物亦可能存在	ii 組，但 iii 及 iv 組的生物亦可能存在	iii 組，但 iv 組的生物亦可能存在	iv 組或全無生物

生物因子分析中評核分數之平均值 (D)	
---------------------	--

表十. 受污染程度

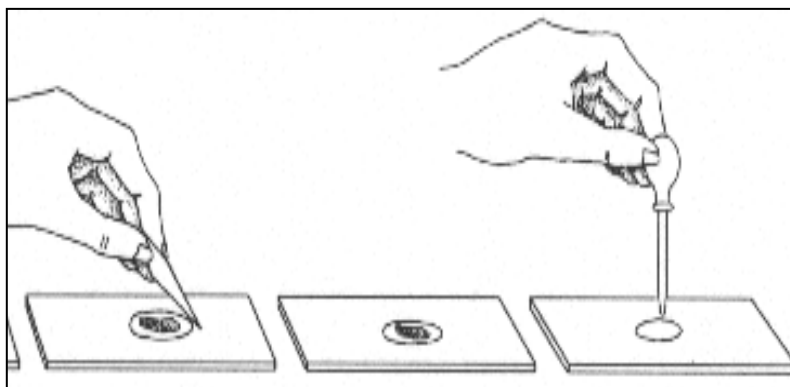
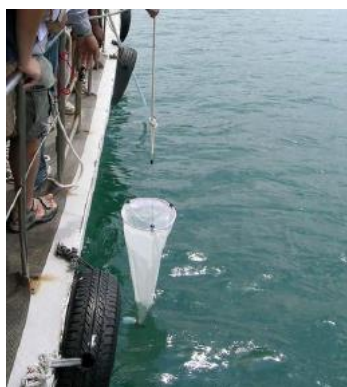
(A)、(B)、(C)、(D) 的平均值	受污染程度
0.00 - 0.75	清潔
0.76 - 1.50	略受污染
1.51 - 2.25	嚴重污染
2.26 - 3.00	極受污染

註：假設以上的因素是同等重要

浮游生物觀察

儀器及工具（每組）

考察部分			
☐ 浮游生物網	共用	☐ 洗滌瓶	共用
實驗部分			
☐ 透明大膠杯	x 1	☐ 蓋玻片	x 10
☐ 光學顯微鏡	x 2	☐ 滴管	x 2
☐ 載玻片	x 10	☐ 生物辨認圖鑒	x 1



一. 搜集浮游生物

把浮游生物網放入水體中，然後慢慢水平或垂直地拖動浮游生物網。重複至少十次後，用洗滌瓶沖洗，取下最底裝有浮游生物及水樣本的膠瓶。

二. 觀察浮游生物

利用光學顯微鏡，尋找來自水樣本中的浮游生物（包括浮游植物及浮游動物），再進行拍照及辨認。在欣賞水中的奇妙世界的同時，思考這些浮游生物代表著甚麼樣的水質。

1. 用滴管抽取一滴水樣本移到載玻片上，並蓋上蓋玻片。
2. 在顯微鏡下觀察水樣本中的浮游生物。
3. 分辨牠們屬於浮游植物或是浮游動物，再根據辨認冊嘗試辨認牠們屬那一品種。
4. 為每種浮游生物拍一張紀錄照，並在照片上用紅圈圈低其位置。
5. 依據照片編號在表十一寫上相關的物種名稱。

表十一. 浮游生物記錄

照片編號	類別	物種名稱

討論及回答以下與浮游生物相關的問題。

(1) 問：在以下哪個位置較容易找到浮游植物？為什麼？

答：較水面的位置 / 水中層的位置 / 水的底層

(2) 問：承上題，用高倍鏡放大其中一種浮游植物，觀察浮游植物的結構，並寫出牠們能令自己維持在所屬位置的適應特徵。

答：

(3) 問：在以下哪個位置較容易找到浮游動物？為什麼？

答：較水面的位置 / 水中層的位置 / 水的底層
