



優質教育基金推廣活動
「科學探究為本的創意
STEM教育」
主題網絡計劃
總結分享會

平衡的生態系統
(中二級綜合科學科STEM
課題)

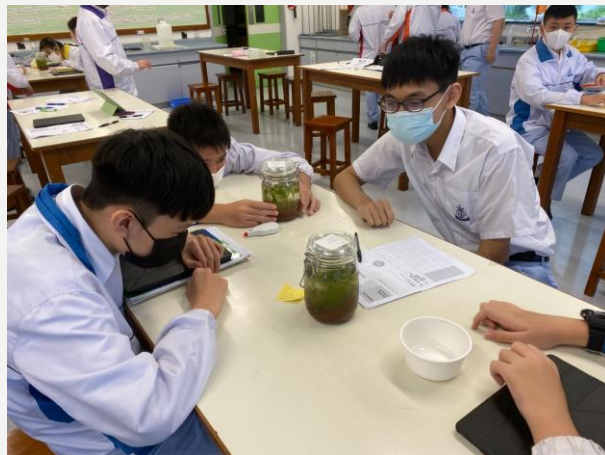
港澳信義會慕德中學
林勁聰老師，莫穎雯老師



活動概覽



- 本年中二級綜合科學科舉辦了「平衡的生態系統」實驗探究活動。同學透過認識光合作用和呼吸作用，了解生態系統循環的概念，並進行實驗探究，從而找出在製作生態球中最合適的生態條件。課程教導同學珍惜地球資源及保護環境，並培養其對生物的愛心及責任感。



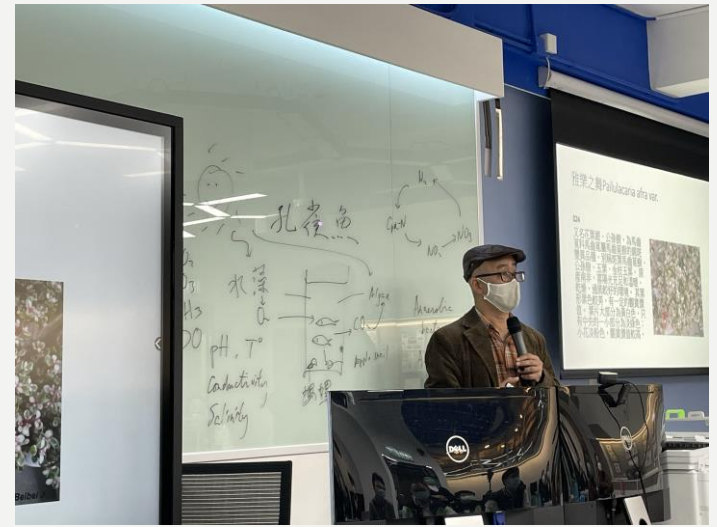
活動概覽

- 林勁聰老師、莫穎雯老師、羅倩祺老師、梁錦兒老師
- 參與課程的教職員數目：
 - 4位(綜合科學科)、3位實驗室技術員
- 主題：平衡的生態系統
- 課程資料：
 - 級別：中二級 (137位學生)
 - 綜合科學科：16堂
 - 課外學習活動：5次



活動起源

- 2020-2021 年度參與QTN 計劃的生態球工作坊



配合現有課程

• 生物與空氣

– 7.1 空氣

– 7.2 光合作用

– 7.3 呼吸作用

– 7.4 植物和動物的氣體交換

– 7.5 二氧化碳和氧於自然界中的平衡

– 7.6 空氣質素

- 電的使用
- 常見的酸和鹼
- 探測環境
- 力與運動



學習目標

- 知識 (K) :

1. 認識光合作用的過程、重要性及所需的條件
2. 了解呼吸作用的過程及生物如何從食物中獲得能量
3. 認識碳循環和氮循環，從而了解二氧化碳、氧氣和氮化合物間的平衡
4. 認識生態系統中物質循環的概念

- 技能 (S) :

1. 設計及進行實驗，訂立合適的變數
2. 製作生態球的技巧

- 態度 (A) :

1. 珍惜地球資源及環境，培養對生物的愛心及責任感
2. 進行實驗需要恆心和毅力；實驗變項和設置需要反覆不斷嘗試，才可得到有意義的實驗結果

STEM教學活動設計理念：

- **S (Science) :**
 - 生態系統中的物質循環、生態平衡的概念
- **T (Technology) :**
 - 使用不同探測器量度生態球中非生物因子的數據
- **E (Engineering) :**
 - 動手製作生態球
- **M (Mathematics) :**
 - 分析實驗數據，並以圖表展示



學習活動流程

	活動內容	堂數	活動性質	課程內 / 延伸
1.	光合作用的過程	1	教學	課程內
2.	光合作用的產物：澱粉質的測試	1	實驗活動	課程內
3.	光合作用的產物：氧氣的測試	1		課程內
4.	光合作用的條件：葉綠素實驗	1		課程內
5.	光合作用的條件：二氧化碳的角色	1		課程內
6.	光合作用的條件：1. 探究光是否光合作用的必要條件	2		實驗探究
7.	光合作用的條件：2. 找出不同顏色的光和光合作用速度的關係	2	延伸	

學習活動流程

	活動內容	堂數	活動性質	課程內 / 延伸
8	呼吸作用	1	教學	課程內
9	碳循環：二氧化碳和氧氣的平衡	1		延伸
10	氮循環	1		延伸
11	製作簡單自給自足的生態缸工作坊	1	實驗活動	延伸
12	尋找生態系統的平衡條件：實驗設計	2	實驗探究	延伸
13	尋找生態系統的平衡條件：收集數據	-	課後活動	延伸
14	尋找生態系統的平衡條件：分析數據及提出結論	1	實驗探究	延伸
15	利用以上實驗數據製作大型生態系統供進一步探究之用	-	課後活動	延伸

各學習活動簡介 及 活動花絮

1. 光合作用的條件：1. 探究光是否光合作用的必要條件
2. 光合作用的條件：2. 找出不同顏色的光和光合作用速度的關係
3. 碳循環：二氧化碳和氧氣的平衡
4. 氮循環
5. 製作簡單自給自足的生態缸工作坊
6. 尋找生態系統的平衡條件：實驗設計
7. 尋找生態系統的平衡條件：收集數據
8. 尋找生態系統的平衡條件：分析數據及提出結論
9. 利用以上實驗數據製作大型生態系統供進一步探究之用

光合作用的條件：

1. 探究光是否光合作用的必要條件

• 活動內容

- 透過葉片上浮的速度，反映光合作用效率
- 一般光合作用實驗都需要頗長時間進行，此方法只需**10分鐘**即可看到結果。
- 讓同學設計如何利用身邊物資設計有光和無光的環境，以此讓同學發揮創意。

• 學生難點

- 實驗技巧：其中一個步驟需慢慢拉下柱塞，再用力敲擊注射器，使氣泡上升到頂部，直到所有葉盤都下沉。
- 此步驟對同學而言較難掌握，故我們拍攝了實驗教學短片供同學預習及重溫之用。



光合作用的條件：2. 找出不同顏色的光和光合作用速度的關係

• 活動內容

- 基於上一個實驗的方法，我們進一步利用玻璃紙產生不同顏色的光，讓學生探究當中對光合作用的影響
- 以此引伸「植物生長燈」的科學原理



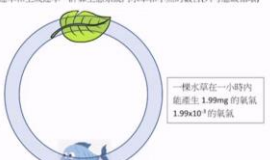
碳循環及氮循環(公開課)

教學目標

- 知識**：從學習碳循環及氮循環，認識生態系統平衡的要素。各生物之間相互依賴以共存。
- 技能**：設計一個實驗找出水草和小蝦最合適數目的實驗
- 態度**：學習生態平衡及愛護環境的重要性，並尊重各物種的存在

上午11:02 2月18日 週五

方法一計算：根據氧的消耗速率和生成速率，計算生態系統內水草和小魚的數目(只考慮氧的)



一條小魚在一小時內能消耗 3.3mg 的氧氣 3.3×10^{-3} g 的氧氣

一條水草在一小時內能產生 1.99mg 的氧氣 1.99×10^{-3} g 的氧氣

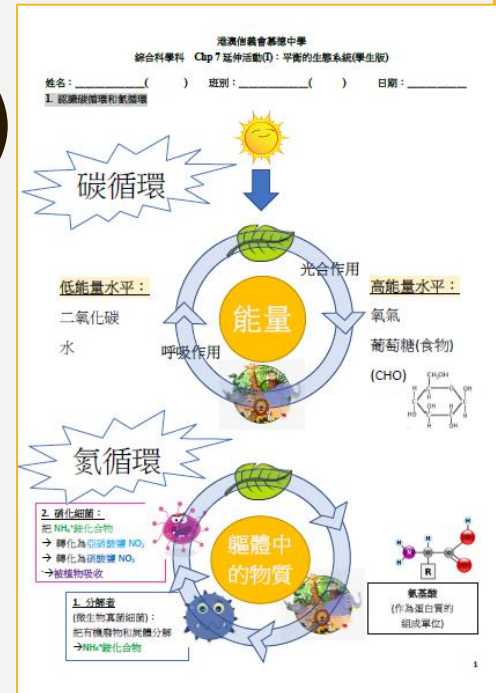
根據以上資料，請計算出水草和小魚的比例是多少？

在一小時內：
消耗氧氣的質量 = 產生氧氣的質量
 $3.3 \text{ mg} \times \text{小魚的數目} = 1.99 \text{ mg} \times \text{水草的數目}$

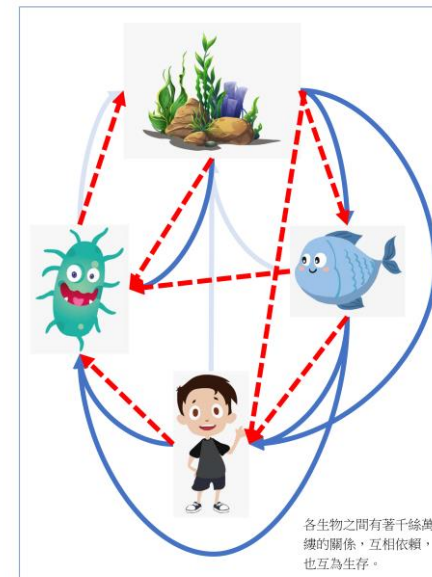
$$\frac{3.3 \text{ mg}}{1.99 \text{ mg}} = \frac{\text{水草數目}}{\text{小魚的數目}} = 1.658$$

小魚數目	水草數目
1	1.658
2	3.316
3	4.974 ~ 5

請用繪圖方式表達以上答案：



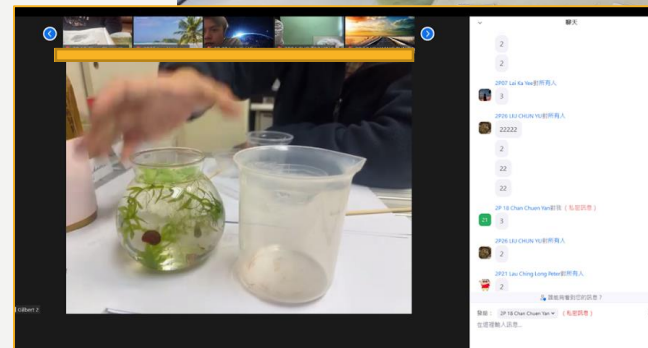
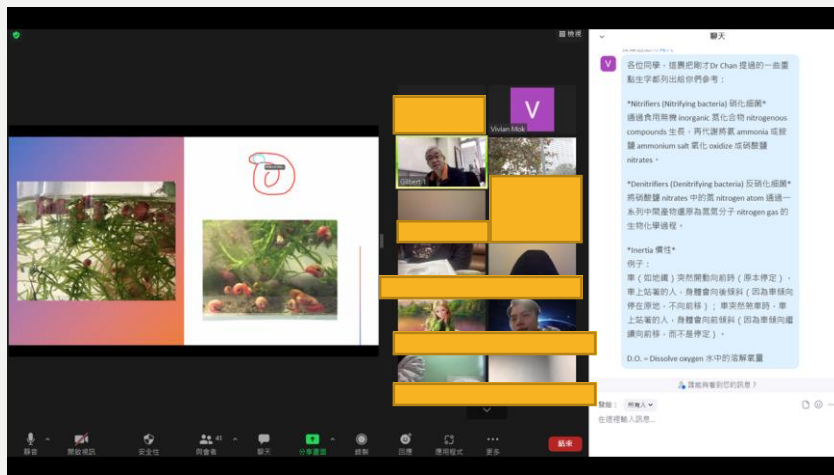
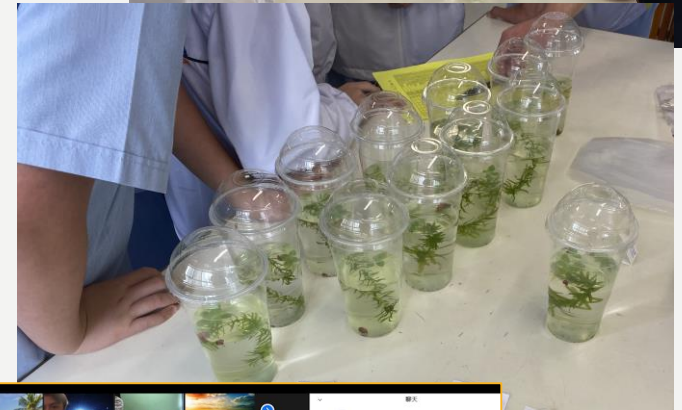
第一部份：2. 綜合碳循環和氮循環，顯示出平衡生態系統內各物種的關係
以下顯示出五種生物，請以 \rightarrow 表示碳循環，及 \rightarrow 表示氮循環



製作簡單自給自足生態杯工作坊

• 活動內容

- 由陳玉成博士教授同學製作簡單而自給自足的生態杯
- 讓同學知道各生物（如：孔雀魚，伊樂藻）在生態系統中的角色和重要性。
- 工作坊完成後，同學可獲得一個生態杯回家繼續飼養，以培養同學對自然生態的愛心。



生態系統的平衡條件：實驗設計

• 活動內容

- 透過實驗設計和公平測試，找出平衡生態系統的條件。
- 同學需學習在不同情景設置變項，包括：控制變項、因變項和獨立變項：
 - 水草的數目
 - 底材的份量
 - 蝦的數目
 - 水和空氣的比例
 - 蘋果螺的數目



生態系統的平衡條件：實驗設計

1. Observe:
For an ecosystem to function, all components involved have to be in appropriate quantities so as to achieve a balanced ecosystem. What component(s) should we involve?
Water plant, apple snail, shrimp, water, air, base material
2. Aim of experiment:
Design a balanced ecosystem and find out the optimal number of each component in the ecosystem.



More about experiment design

Can you find out the differences between this investigation design and those we used to do? Why?

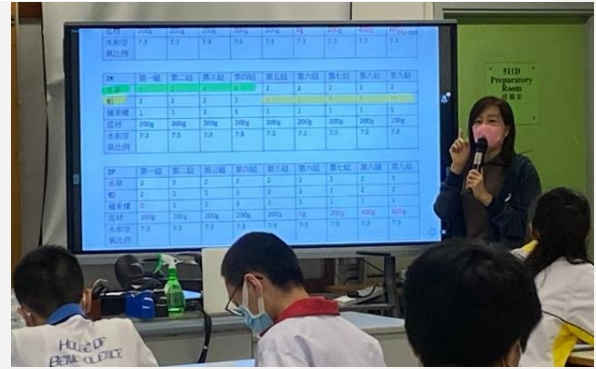
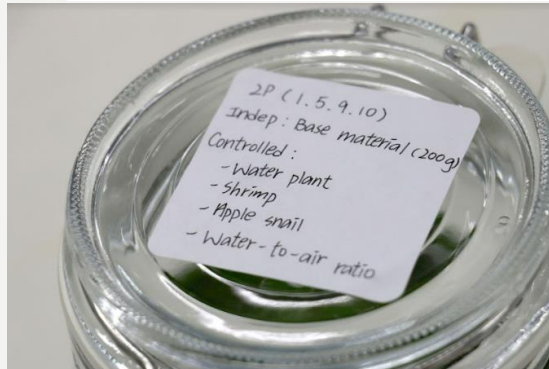
3. Experimental design:
1. Each group in different classes would be responsible for different independent variables.
Data will be gathered from all classes and analyzed collectively.

Components of the ecosystem	Independent variable				
	water plant	shrimp	apple snail	base material	water : air ratio
Class responsible	2T · 2K	2T · 2K	2W · 2P	2W · 2P	Teachers' group

2. Design the variables according to your class and group: Class ()

Controlled variable (Kept unchanged)	Item	Quantity								
	water plant	2								
	shrimp	2								
	apple snail	1								
	water to-air ratio	7:3								
Dependent variable (what to measure)	Number of survival days of the organisms (shrimp, water plant, apple snails)									
Independent variable (what to change)	Amount of base material (g)	<table border="1"> <tr> <th>Group 1</th> <th>Group 2</th> <th>Group 3</th> <th>Group 4</th> </tr> <tr> <td></td> <td>200g</td> <td>400g</td> <td>600g</td> </tr> </table>	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4		200g	400g	600g
Group 1	Group 2	Group 3	Group 4							
	200g	400g	600g							

2P	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9
Water plant	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Shrimp	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Apple snail	0	1	2	3	4	1	1	1	1
Base material	200g	200g	200g	200g	200g	0g	200g	400g	600g
Water-to-air ratio	7:3	7:3	7:3	7:3	7:3	7:3	7:3	7:3	7:3



Controlled variable (Kept unchanged)	Item	Quantity / Value										
	number of water plants	2										
	number of shrimp	2										
	Amount of base material	200g										
	Water-to-air ratio	7:3										
Dependent variable (what to measure)	Number of survival days of the organisms (Shrimp, water plant, apple snail)											
Independent variable (what to change)	No. of apple snail	<table border="1"> <tr> <th>Group 5</th> <th>Group 6</th> <th>Group 7</th> <th>Group 8</th> <th>Group 9</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> </tr> </table>	Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9	0	1	2	3	4
Group 5	Group 6	Group 7	Group 8	Group 9								
0	1	2	3	4								

How do we decide the value of independent and controlled variables?
When we first design the value of each variables, we can only see according to common sense. Then we conduct experiment and analyze the data obtain to judge whether our default settings bring out meaningful conclusion. If not, we have to adjust the value of each variable immediately.

4. Results and analysis:
Try to design a record table for the experimental results.



生態系統的平衡條件：收集數據

活動內容

- 記錄不同生物數量及量度技巧
- 教導同學使用不同的探測器收集數據，以記錄不同的非生物因子：

- 溶於水的氧氣含量 (DO)
- pH值
- 硝酸鹽及氨含量
- 鹽度
- 二氧化碳含量

- 利用以上數據來推論各生態環境條件下，生物的生存情況的變化



生態球觀察記錄
Ecosphere Log sheet

日期 (Date)	組別 (Class)	2號																				
獨立變數 (Independent Variables) - 攝錄的數量 (Number of Data material)																						
日期 (Date)	組別 (Class)	1號	2號	3號	4號	5號	6號	7號	8號	9號	10號	11號	12號	13號	14號	15號	16號	17號	18號	19號	20號	
4.1	2	1	30	4.91	2.70	5.14																
4.2	2	1	30	4.55	2.51	1.51																
4.3	2	1	30	4.97	1.54	1.71																
4.4	2	1	30	5.13	2.19	2.31																
4.5	2	1	30	6.41	4.00	1.17																
4.6	2	1	N ₀	6.3	4.5	7.6																
4.7	2	1	N ₁	4.34	3.2	1.57																
4.8	2	1	N ₂	6.58	4.1	7.70																



生態系統的平衡條件：分析數據及提出結論

活動內容

- 結合老師和同學的數據作出分析
- 與同學討論最佳的生態條件

從科學探究學習科學本質及實驗設計技巧：

- 需重覆實驗，以減少誤差
- 控制變項設定的失誤會導致無法得到有意義的結論
- 遇到不合理的數據，需要分析原因，從中可能會有新發現。
- 要誠實地面對數據，不可隨意更改。

4. 蝦的數目(獨立變項)

學生數據：實驗日期 27-5-2022 至 10-6-2022 (14 天)

		溶於水的氧氣濃度(DO)圖表			二氧化碳濃度[CO ₂]圖表	
參考數值(在純水中)： 溶於水的氧氣濃度：6.89 mg/L 二氧化碳濃度[CO ₂]：336 ppm						
哪一個蝦的數目導致最佳的生態效果		✓/✗	✓/✗	✓/✗	✓/✗	✓/✗
蝦的數目		0	2	4	8	16
溶於水的氧氣濃度的平均數 mg/L		6.91	6.33	7.02	6.08	5.72
二氧化碳濃度[CO ₂]的平均數 ppm		769	734	690	711	1157
死亡指數 (Death index) (數值越少越好)	蝦	N/A	0.242	0.980	0.893	2.174
	蘋果螺	0.0560	0.0770	0.0670	0.0710	0
植物開始由綠變黃的日子(數值越大越好)		水草	5	6	8	8
小結		1. 在 16 隻蝦的情況下，蝦的死亡指數突然提升。二氧化碳濃度也會突然提升，而氧氣濃度會突然下降。 2. 在不同蝦的數目下，蘋果螺和水草的生存狀況良好，變化不				

老師數據：實驗日期 (30 天)

		溶於水的氧氣濃度(DO)圖表			二氧化碳濃度[CO ₂]圖表	
參考數值(在純水中)： 溶於水的氧氣濃度：6.89 mg/L 二氧化碳濃度[CO ₂]：336 ppm						
哪一個蝦的數目導致最佳的生態效果		✓/✗	✓/✗	--	✓/✗	✓/✗
蝦的數目		0	2	4	8	16
溶於水的氧氣濃度的平均數 mg/L		9.19	8.18	--	3.81	1.42
二氧化碳濃度[CO ₂]的平均數 ppm		404	448	--	1028	1350
死亡指數 (Death index) (數值越少越好)	蝦	N/A	N/A	--	N/A	N/A
	蘋果螺	N/A	N/A	--	N/A	N/A
植物開始由綠變黃的日子(數值越大越好)		水草	30	--	30	30
小結		1. 在 8 隻蝦的情況下，二氧化碳濃度已顯著提升，而氧氣濃度會顯著下降。 2. 在不同蝦的數目下，水草的生存狀況良好，變化不大。				

總結：

1. 結合學生數據和老師數據，我們認為 2 隻蝦的數目為最合適。

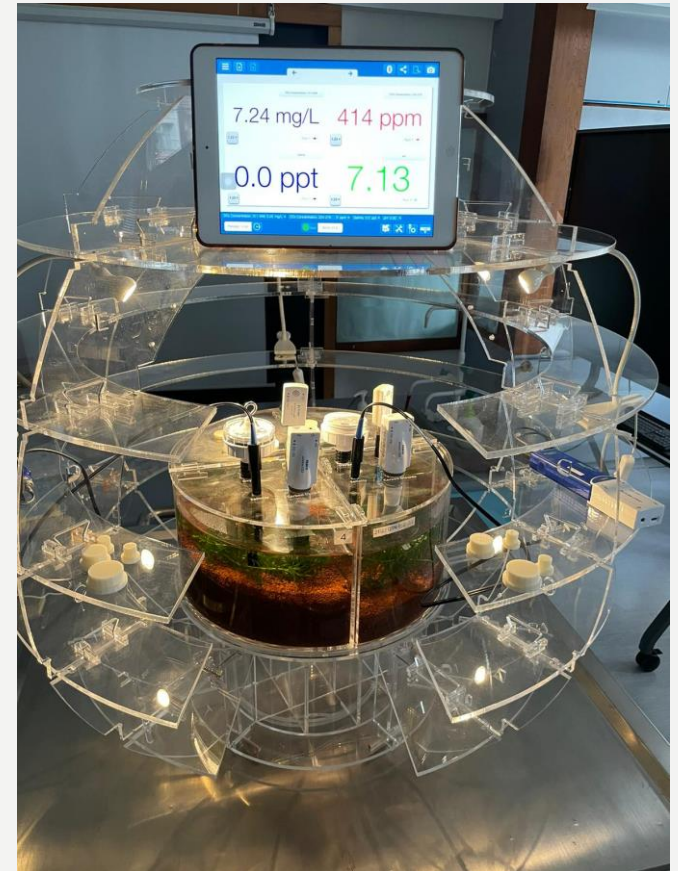
製作大型生態系統

• 活動內容

- 利用以上實驗數據製作大型生態系統供進一步探究之用
- 讓感興趣的同學持續探究該最佳的生態條件能否持續維持生態平衡
- 讓同學有具體可見的學習成果

• 進深探究：

- 找出最適合生態缸的光源顏色和亮度，以及光照時間的模式。
- 嘗試種植不同的水草或植物，飼養不同的動物 (魚或蝦)，以檢視對生態系統的影響。



製作大型生態系統



本課程的教學啟迪

- 同學們均享受「動手做」的學習經歷
- 培養同學對生命的關懷及愛心
- 訓練同學各項廿一世紀共通能力（如分析及解讀數據、作出判斷、善用科技），有同學助面對將來的挑戰和機遇
- 讓同學經歷真實處境和困難，實戰應用科學探究技巧，提昇同學的解難能力
- 在STEM教學氛圍下，加強了同學融會貫通各學科知識範疇的能力，延伸學習，成為終身學習者
- 雖然活動中途遇上疫情停課，在綜合科學科組老師們和實驗室技術員的共同努力下，得以順利完成
- 本次學習活動在現有課程的基礎下延伸，減輕老師和同學額外付出的時間和資源

謝謝大家

