

2018/ 2019 學年教學設計獎勵計劃



探究斑馬魚在生態瓶中的生存因素

參選類型：教案

參選編號：C011

科目：自然科學

組別：高中教育

實施年級：高一

簡介

近幾十年，越來越多人關注生態環境，在報章、雜誌或在電視中，經常都可以看到「環境保護」和「自然保育」這些名詞，在字表看起來雖然是兩件事，可是在生態學家的想法中，自然界的生物體(living things)和環境污染並非兩個各別的部分，而是有密切關聯。因為，任何生物體皆為構成環境的一部分，而物質環境本身大部分是由生物體所創作並加以維持的。由於大自然的破壞，明白到地球上的一切生命，將與大自然同歸於盡，才重視起環保以及保育的想法，因此產生了生態保育或生態學。

生態學在課本內必讀的一科，透過這一門學科，把關於自然界、環保的意識一代一代的傳遞下去，明白生物與環境構成統一整體，在這個統一整體中，生物與環境之間相互影響、相互制約，並在一定時期內處於相對穩定的動態平衡狀態。因此，讓學生自行製作生態瓶，生態瓶有如形成一個「人工模擬的微型生態系統」。在科學教學活動中，生態瓶是一種有趣、充滿活力且十分有用的工具，因為大多數的同學都喜歡飼養、觀賞生態瓶中的魚和其他各種水生生物，這種飼養和觀賞可以增長知識，促進探究，增進理解，並帶來美的享受。

本教學內容以學生科學探究為主，利用斑馬魚進行實驗，先自訂題目，例如斑馬魚的數量，植物、沙石的種類等，觀察生態瓶中斑馬魚的變化，達到觀察、假設、進行實驗、分析數據再下結論的探究目的，探究斑馬魚在生態瓶中的生存因素，習性等，也可學習生態系統的內容，明白生態瓶就如地球一樣，生態瓶內進行的生態循環代表著簡化了的地球生態循環。

目錄

簡介.....	i
教學進度表.....	iii
壹、教學計劃內容簡介.....	1
一、教學目標.....	1
二、主要內容.....	2
三、設計創意和特色.....	3
四、教學重點.....	3
五、教學難點.....	3
六、教學用具.....	4
七、教學課時.....	4
八、教學對象.....	4
貳、教案.....	5
第一節 生態系統的基本概念.....	5
第二節 生態平衡——生態瓶之開發初探.....	9
第三節 生態瓶的水檢質測方法.....	12
第四節 數據處理及分析.....	16
第五節 自製生態瓶實驗及水質檢測.....	20
第六節 生態瓶的匯報及總結.....	22
參、反思與建議.....	23
肆、參考資料.....	24
伍、附錄.....	25
(一)計劃書內容.....	25
(二)評估量表.....	28
(三)圖片.....	30

教學進度表

課節	課題	課題內容	授課時間	課時
第一課節	生態系統的基本概念	認識食物鏈、食物網、生產者、消費者、能量的流動。	2019/4/2	40分鐘
第二課節	生態平衡-----生態瓶之開發初探	探究製作一生態瓶所需的條件及組成物質。	2019/4/4	40分鐘
第三課節	水質檢測方法	明白水質檢測方法，隨後自行檢測生態瓶水質。	2019/4/9	40分鐘
第四課節	數據處理及分析	學會觀察折線圖及圖像的變化，能用文字描述及根據網上資料正確分析原因。	2019/4/11	40分鐘
第五課節	自製生態瓶實驗及水質檢測	學生自訂題目後，購買實驗材料，製作一個生態瓶及進行生態瓶的水質檢測。	2019/4/16	40分鐘
第六課節	生態瓶的匯報及總結	各組匯報生態瓶的研究成果。	2019/5/16	40分鐘

壹、教學計劃內容簡介

一、教學目標

	知識方面		能力方面	思想情感方面
	知識要點	教學要求		
第一節 生態系統的基本概念	(1) 闡述食物鏈及食物網。 (2) 說明生物體的能量傳遞方式。 (3) 指出生產者、消費者、分解者的不同之處。	學會、實踐活動、識記	(1) 掌握生態系統的概念。 (2) 透過討論提升分析問題的能力。	(1) 解說大自然中生物生存的方式。
第二節 生態平衡----- --生態瓶之開發初探	(1) 製作一生態瓶所需的條件。 (2) 探究生態瓶的組成物質。	學會、探究、活動	(1) 通過學習生態瓶的知識讓學生初步獲取製作生態瓶的能力。 (2) 讓學生探討主題，了解生態瓶中生物生存的因素，根據已學過的知識、網上資料或相關的新聞以提升學習興趣。 (3) 網上找尋資料，提升學生篩選資料的能力。	(1) 讓學生建立珍惜生命的價值觀。
第三節 水質檢測方法	(1) 了解檢測水質的方法，包括：餘氯、溶解氧、pH值、氨氮、亞硝酸鹽。	學會、識記、實踐、活動	(1) 通過學習知識讓學生明白水質檢測的方法。	(1) 培養學生探索水質檢測的意義及其奧秘。
第四節 數據處理及分析	(1) 對獲得的研究資料進行初步的分類與整理。 (2) 利用實驗數	學會、識記、活動	(1) 使用數據整理圖表、分析資料，培養學生進一步獲	(1) 追蹤這項實驗結果，統計分析後明白生命的脆弱，

	據製作圖表。 (3) 使用圖表研究結果。		取課外信息的能力。	加強珍惜生命的觀點。
第五節 自製生態瓶實驗及水質檢測方法	(1) 製作一小型生態瓶。 (2) 檢測生態瓶水中的餘氯、溶解氧、pH 值、氨氮、亞硝酸鹽。	學會、實驗、實踐活動	(1)通過實驗培養學生操作能力、觀察能力。 (2)記錄、整理有關生態瓶及水質檢測的資料。 (3) 通過自製生態瓶的實驗，培養學生的操作能力、實踐實驗。	(1) 學生體驗科學探究的精神。 (2) 實驗能提升學生的學習興趣、觀察力以及解決問題的能力。 (3) 實驗能提升學生學習興趣，培養學生探索生命存在的意義及其奧秘。
第六節 生態瓶的匯報及總結	(1) 說明生態瓶中影響生物生存的因素。 (2) 學生能對研究成果作出分析並提出事實理據。	學會、匯報、活動	(1)明白建立生態瓶的基本因素。 (2) 匯報提升學生的表達技巧和組織能力。	(1) 提升學生之間的相處及溝通，增進各同學之間的感情。 (2) 觀察及聆聽匯報內容，有助提出問題及提升解決問題的能力。

二、主要內容

1. 了解生態系統的基本概念，透過食物鏈及食物網的遊戲了解食性層次及整個能量的傳遞方法。
2. 探究生物在生態瓶中的生存因素。
3. 利用斑馬魚製作生態瓶，觀察斑馬魚在不同的環境下的變化。
4. 檢測生態瓶中的水質變化，包括：餘氯、pH 值、溶解氧、氨氮及亞硝酸鹽。
5. 學生根據瓶中生物的存活和水質的變化，記錄數據、製作圖表，自行分析原因，最後匯報及總結，完成書面報告。

三、設計創意和特色

1. 教師通過遊戲卡讓學生了解生態系統的基本的概念，說明食物鏈、食物網及能量的傳遞。
2. 設計實驗，提出實驗假設的能力、提升同學動手的能力及學生之間的協作能力。
3. 透過生態瓶中的水質檢測，學生了解檢測餘氯、pH 值、溶解氧、氨氮及亞硝酸鹽的方法。
4. 製作這個小型生態瓶的實驗，明白生態瓶所需要的條件，探究生態瓶當中生物的生存因素，從而知道不同生態系統的平衡關係，明白生態系統與人類息息相關。
5. 通過實驗的分組活動給學生嘗試探究科學的機會，結合實驗數據、數據分析、結果等了解生態系統的知識，培養學生觀察力、推理能力及科學探究精神，另外匯報也可訓練他們的組織和表達能力。
6. 學生通過動手自製生態瓶，照顧生態瓶中的生物可讓學生建立珍惜生命的價值觀。
7. 跨科學習有能助學生鞏固記憶。
8. 進行專題探究以達致學生主動學習的學習經驗，加深記憶。

四、教學重點

1. 生態系統的組成、生產者、消費者以及分解者之間的關係。
2. 生態系統的能量流動過程。
3. 能設計一個生態瓶的建議方案及製作生態瓶。
4. 明白水質對生物的重要性。
5. 認識檢測水質的方法。
6. 懂得處理數據及分析。

五、教學難點

1. 說明生態系統是一個統一的整體。
2. 理解生態瓶中生物和非生物的關係。
3. 製作一個生態瓶，並堅持對生態瓶進行管理和觀察。
4. 統整生態瓶的數據後進行分析，得出結論。

六、教學用具

實驗用具、實驗材料、電腦、投影機、軟件 (Dyknow)、Excel、 Magic Pen、內聯網、Powerpoint、Word、OneNote

七、教學課時

六節 (每節 40 分鐘)

八、教學對象

本次教學對象為高一文組學生，每班約 25 人，建議生態瓶實驗 4-5 人一組，互相合作，共同完成探究內容及專題研習計劃書。

貳、教案

第一節 生態系統的基本概念

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	生態系統的基本概念
節次	1	日期	2019年4月2日
學生已有知識	1. 生物的食性關係 2. 植物能進行光合作用 3. 能量的來源來自太陽		
學習目標 (知識、技能、情意)	知識： 1. 掌握生態系統的成分及食物鏈和食物網，理解其功能地位和相互間的關係。 2. 說明生物體的能量傳遞方式。 3. 掌握營養級的概念，能夠結合食物鏈進行分析和判斷。 技能： 1. 透過討論提升分析問題的能力。 情意： 1. 解說大自然中生物生存的方式，樹立人與自然和諧的概念。		
配應基力要求編號	A-1, A-3, A-4, A-6, A-10, C-8		
教學資源	Dyknow、網上資源、生態影片、卡片		
學生學習評估	1. 觀察學生堂上活動及討論的情況。 2. 通過活動觀察學生的積極性。 3. 檢視學生的答案。		

學習內容	主要教學內容及活動程序	試教評估
引入 • 生態系統的概念	一、生態系統的認識 1. 讓學生談談對生態系統的理解，可以是一句話、也可以補充或更正同學的內容，學生發言，教師可進一步啟發引導，例如地球上最大的生態系統是生物圈、一片樹林或一個池塘等，開始引入本節研究的課題。	1. 分組方面要預先分配，建議前後位置，方便討論。 2. 生物卡片的數量可多些，這樣能配出不同的食物鏈。 3. 接龍遊戲由不同的生產者開始，盡可能讓每一位同學都作答，讓學生了解食性層次多數為3-5個營養級。
活動(一)： 思考及探索 <ul style="list-style-type: none"> • 生產者 • 消費者 • 分解者 • 食物鏈 • 食物網 • 食性層次 • 能量傳遞 	一、閱讀文章、提升學生閱讀及理解能力 1. 學生先閱讀一篇短文-----南極食物鏈面臨的災難。	

	<p style="text-align: center;">活動一：閱讀以下文字，再回答問題 南極食物鏈面臨災難</p> <ul style="list-style-type: none"> 自從一個龐大的南極冰山於2000年3月崩解後，羅斯海被冰堵塞，使當地的食物鏈經歷了前所未見的災難，數百萬隻企鵝首當其衝成了受害者。由於塌下來的冰塊覆蓋了羅斯海的海面，海中作為食物鏈生產者的浮游生物得不到足夠的陽光進行光合作用，使浮游生物的數目大幅減少四成。其他海洋生物的數目亦陸續減少，當中的一種海蝦更是企鵝的主要糧食。冰塊阻擋了企鵝尋覓其他糧食的去路，牠們須多走五十公里繞過由巨大冰塊組成的冰牆去覓食。由於路途遙遠，成年企鵝帶返巢穴餵飼年幼企鵝的食物驟減；此外，海鳥亦有更多機會入侵巢穴捕食年幼企鵝和企鵝蛋，使很多年幼企鵝被海鳥獵食或死於飢餓。 <p>二、提出問題，啟發學生思考</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 從文章中找出生物進食的次序，從吃與被吃的關係啟發學生思考食物鏈的形成。 2. 從上題中哪種的生物數量最多？它日常活動的能量來自哪裡？ 3. 估計其它生物(除浮游外)的能量來自哪裡？ 4. 說明浮游生物→海蝦→年幼企鵝→海鳥的食物鏈中能量傳遞，有哪些因素令能量減少，試加以解釋？ <p>預期學生答案：</p> <p>活動一：分組討論回答以下問題(答案)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 試從文章中找出生物進食的次序(營養級)。 浮游生物→海蝦→年幼企鵝→海鳥 2. 從上題中哪種的生物數量最多？它的日常活動的能量來自哪裡？ 浮游生物，陽光 3. 估計其它生物(除浮游外)的能量來自哪裡？ 浮游生物：陽光 海蝦：浮游生物 年幼企鵝：海蝦 海鳥：年幼企鵝 4) 說明浮游生物→海蝦→年幼企鵝→海鳥的食物鏈中的能量傳遞中，有哪些因素令能量減少？ 能量傳遞會減少，每一級從前一級獲得的能量約10%。主要因素：日常生活活動；呼吸作用；排泄；生長與發育。 	
<p>活動(二)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 食物鏈 • 食物網 	<p>一、接龍遊戲</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 學生根據已有的食性關係的知識，先玩一個食物鏈接龍遊戲，教師可從不同的生產者開始，這可讓學生知道食物鏈的起始環節是生產者，盡可能讓每一位同學回答。 	

二、卡片排序

1. 教師預備卡片給每組學生，卡片內是8種不同種類的生物，學生需在白板上演示答案，在卡片中找出不同的食物鏈。

活動二

- 教師預備卡片，卡片內是8種不同種類的生物，學生需從卡片中找出一條食物鏈，隨後把答案貼在白板上。



The collage contains the following organisms: a white rabbit, a green budgerigar, a hamster, a bald eagle, a green tree frog, a caterpillar, grass, and a red fox. The student is shown connecting these cards on a whiteboard with red arrows to form a food chain.

三、提出問題，學生思考及回答

1. 每條食物鏈中誰是生產者、消費者?分解者有沒有?

2. 如何形成食物網。

預期學生回答：

1. 綠色植物是生產者，植食性及肉食性為消費者，分初級、次級和高級消費者。真菌和細菌為分解者。

2. 多條食物鏈彼此交錯連接形成食物網。

	 <p>The infographic '食物網' (Food Web) illustrates energy flow in an ecosystem. At the top, a sun icon is next to the number '02'. Below it, 'grass' is shown as the primary producer. Red arrows indicate energy flow to a rabbit, a hamster, and a bird. From the rabbit, energy flows to a fox. From the hamster, energy flows to a snake. From the bird, energy flows to an eagle. The number '04' is next to a cactus, and '05' is next to a snake. The word 'COLLECT' and 'INFOGRAPHICS' are visible at the bottom left of the infographic.</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • 觀看影片 • 總結 	<p>一、觀看影片(生態系統)，片長5分鐘，網址如下：http://www.yxgapp.com/video/c413cac6-fdff-427e-a7bb-101b279cb296.html</p>  <p>所有地球上有生命的物种都是食物链的一部分 包括你 Every living thing on earth is part of a food chain, including you, and most things are</p> <p>二、提出問題、學生口應及總結</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能量的來源及其流動方式。 2. 食物鏈及食物網的形成及其關係。 3. 舉例說明生產者、消費者和分解者。 	
<p>課後思考及預習</p> <ul style="list-style-type: none"> • 生態瓶 	<p>一、課後內容及思考</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 甚麼是專題研習? 2. 網上查找資料什麼是生態瓶? 3. 生態瓶和生態系統有甚麼關係? <p>二、學生使用 Schoology 回家觀看關於生態瓶的影片。</p>	

第二節 生態平衡-----生態瓶之開發初探

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	生態平衡---生態瓶之開發初探
節次	2	日期	2019年4月4日
學生已有知識	1. 明白生物與環境之間的關係 2. 知道生態系統食性層次、能量流動與物質的循環		
學習目標 (知識、技能、情意)	知識： 1. 製作一生態瓶所需的條件。 2. 探究生態瓶的組成物質。 技能： 1. 擬定研習題目。 情意： 1. 讓學生建立珍惜生命的價值觀。		
配應基力要求編號	A-4, A-6, A-10, C-8		
教學資源	電子課本、Dyknow、Schooly、生態瓶影片、水質檢測卡片		
學習評估	1. 學生回答課堂問題。 2. 觀察學生進行電子學習的情況。 3. 通過活動觀察學生的積極性。 4. 檢視學生的答案。		

課前準備學習內容	活動程序	試教評估
課前準備 科學探究---生態瓶 <ul style="list-style-type: none"> 生態瓶 研習生態瓶內容 	一、把生態瓶的影片放在 Schooly 讓學生回家觀看。 1. Schooly 網址如下： https://app.schooly.com/login 2. 影片來源如下： https://www.youtube.com/watch?v=cfnDmTC8Z10  <p>生態瓶介紹影片</p>	1. 在課前提醒學生建立 Schooly 帳號。 2. Schooly 可以記錄學生有否觀看影片，方便教師作檢查之用。

學習內容	活動程序	試教評估
引入討論及思考 <ul style="list-style-type: none"> 生態瓶的組成物質 小魚生存在生態瓶因素 	一、提出問題，啟發思考，打下研習主題基礎： 1. 從影片中可見生態瓶由什麼物質組成？ 2. 觀察生態瓶中有甚麼因素可以讓小魚生存？ 預期學生答案： 1. 水、水生生物、包括生產者、消費者、分解	1. 學生對於訂立主題比較困惑，提醒學生不需急於定下主題，先明白小魚在生態瓶中生存的因素，才能

	<p>者、沙石 2. 水源、陽光、食物、氧氣</p>	<p>自訂研習主題。 2. 有些學生家中沒有養魚因此不知在哪裡可以取得養魚水，教師可建議學生在水族館購買製作生態瓶材料時詢問老闆拿取、公園的魚池水等。</p>																					
<p>生態瓶</p> <ul style="list-style-type: none"> 介紹生態瓶專題研習計劃內容 生態瓶實驗設計說明 	<p>一、生態瓶專題探究</p> <p>1. 學生明白生態瓶的組成物質、生存因素及原理後，5位同學一組，利用斑馬魚共同製作細小的模擬微形池塘的生態系統，完成專題研習內容，從過程中自行探究生態系統的知識，達至科學探究的目的。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>二、專題研習計劃</p> <ol style="list-style-type: none"> 擬定生態瓶主題，主題要明確。(探究因素，對照組和實驗組) 撰寫生態瓶計劃書(包括實驗設計及材料) 製作生態瓶及水質檢測實驗 每天觀察魚兒生長情況、每週檢測及記錄水質變化，為期4週，約1個月。 分析水質數據及斑馬魚存活的情況 總結 完成簡報及書面報告 匯報研習成果 <p>三、生態瓶實驗設計說明</p> <ol style="list-style-type: none"> 擬定生態瓶主題 教師說明由於事物的性質和變化受多方面的影響，因此需要進行單因素比較，設法控制其它可能有影響的諸多因素。然後通過對比實驗及分析，驗證科學假設。盡可能控制條件，使得兩組只有一個條件不同，通過比較實驗現象得出更清晰的實驗結果。另外，根據魚兒在生態瓶中的生存因素，讓學生從中找出一個在生態瓶中感興趣的內容，再擬定主題，例如：比較金魚藻和水蘭對斑馬魚存活的影响 實驗假設 <ol style="list-style-type: none"> 金魚藻比水蘭更適合斑馬魚生存。 金魚藻適放的氧含量較水蘭多。 水族生態瓶實驗設計說明 <table border="1" data-bbox="432 1794 1067 1935"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>水源</th> <th>底砂種類</th> <th>水草種類</th> <th>陽光</th> <th>硝化細菌</th> <th>魚的數量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A(對照組)</td> <td>山水</td> <td>矽砂</td> <td>金魚藻</td> <td>✓</td> <td>0.3mL</td> <td>2條</td> </tr> <tr> <td>B(實驗組)</td> <td>山水</td> <td>矽砂</td> <td>水蘭</td> <td>✓</td> <td>0.3mL</td> <td>2條</td> </tr> </tbody> </table> <p>表一：比較金魚藻和水蘭對斑馬魚存活的影响</p>	組別	水源	底砂種類	水草種類	陽光	硝化細菌	魚的數量	A(對照組)	山水	矽砂	金魚藻	✓	0.3mL	2條	B(實驗組)	山水	矽砂	水蘭	✓	0.3mL	2條	
組別	水源	底砂種類	水草種類	陽光	硝化細菌	魚的數量																	
A(對照組)	山水	矽砂	金魚藻	✓	0.3mL	2條																	
B(實驗組)	山水	矽砂	水蘭	✓	0.3mL	2條																	

	<p>4. 教師提出問題，啟發學生思考</p> <p>(1) 上述生態瓶例子中哪個因素是自變量?哪個是因變量?</p> <p>(2) 為什麼實驗中要有對照組和實驗組?</p> <p>學生預期回答：</p> <p>(1) 水生植物是自變量、斑馬魚的存活數量是因變量。</p> <p>(2) 為了便於觀察和實驗結果進行比較。對照組在科學實驗中需與實驗組進行對比，以突顯及支持實驗組得到的結論。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>A(對照組)- 矽砂+金魚藻</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>B(實驗組)- 矽砂+水蘭</p> </div> </div>	
<p>專題研習內容</p> <ul style="list-style-type: none"> • 撰寫專題研習計劃書 	<p>一、撰寫專題研習計劃書：</p> <p>根據上述範例，學生分組討論及撰寫專題研習計劃內容，包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 研習主題 2. 研習背景 3. 研習目的(為什麼對這個主題感興趣) 4. 實驗假設 5. 生態瓶的實驗設計 	
<p>總結</p> <ul style="list-style-type: none"> • 生態瓶中的因素 • 生態瓶計劃書 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生能說出生態瓶是一個細小、微型的世界，一個人工模擬的微型生態系統。 2. 明白生態瓶計劃書的撰寫方法。 	
<p>課後預習</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水質檢測卡片 • 準備一瓶養魚水 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 教師派發水質檢測試劑的卡片給同學，讓他們提前了解如何檢測水質。 2. 每組帶一瓶 200ml 的養魚水回校作水質檢測之用。 	

第三節 生態瓶的水檢質測方法

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	生態瓶水質檢測方法
節次	3	日期	2019年4月9日
學生已有知識	1. 水質對水生生物的危害		
學習目標 (知識、技能、情意)	<p>知識：1. 了解水質檢測的方法及重要性。 2. 認識常見的水質檢測項目。 3. 說明水質狀況的優劣指標。</p> <p>技能：1. 學會如何檢測水質。</p> <p>情意：1. 明白水質對生物的生存的重要性，珍惜水資源，建立更多環保意識。</p>		
配應基力要求編號	A-1, A-6, A-7, A-10, C-1, C-9		
學習資源	Dyknow、水質檢測試劑及卡片、養魚水		
學習評估	<p>1. 學生明白水質檢測的方法。</p> <p>2. 觀察學生的積極性。</p> <p>3. 學生操作水質檢測的能力。</p>		

課前準備學習內容	活動程序	試教評估
實驗前準備 <ul style="list-style-type: none"> 水質檢測試劑及卡片 養魚水 	<p>1. 教師在上節課派發水質檢測試劑的使用方法給同學，讓他們提前了解如何檢測水質。</p> <p>2. 每組學生自行準備養魚水約 200ml 帶回學校作檢測水質之用</p> <p>3. 教師預備自來水養水(除氯)的水質檢測圖片及結果。</p>	

學習內容	活動程序	試教評估
引入 <ul style="list-style-type: none"> 水質檢測目的 自來水和養水 	<p>一、提出問題，啟發學生思考</p> <p>1. 現今觀賞魚的人越來越多了，魚缸也從過去單一的樣子發展為現在的各種高大上，在家裡客廳放一個漂亮的大魚缸，每天一進門就可以看到，一天的煩惱也就隨之而去了。無論是淡水缸還是海水缸，養魚過程中會遇到這樣那樣的問題，比如水質變差、渾濁、水草枯黃、魚蝦生病等，這時候同學們應該需要採取什麼相應措施來挽救魚缸的生態系統呢?不理牠們?還是購買一些魚蝦生病的藥物?(待同學回應)其實我們要進行水質檢測，找出相關原因。</p> <p>2. 檢測水質的目的是什麼?</p> <p>預期學生答案： 提供一個好的水質環境讓魚兒生存。</p>	<p>1. 預防學生沒有預習水質檢測，可於課前給一些關於水質檢測的問題放在 Schoology 中讓學生回答。確保學生明白水質檢測的方法，在進行實驗時能達致預期效果。</p> <p>2. 得出水質檢測結果後可放在一張白色紙上，便於對比及觀察結果。</p>

3. 供我們飲用的水質佳，但一般來說很少用自來水直接養魚，原因是什麼嗎？（待學生回答，隨後展示以下圖片）



(圖一：自來水)



(圖二：放在陽光下 48 小時的自來水)

1. 觀看兩張圖片，有什麼不同的地方？
2. 這實驗證明了什麼？

預期學生回答：

1. 餘氯
2. 自來水有餘氯，不能養魚，影響魚類健康。故此製作生態瓶時自來水必需除氯。

水質檢測的介紹

- 材料
- 試劑
- 方法

一、說明水質檢測材料

5 個 100ml 燒杯、檢測試劑及卡片、魚缸水。

二、水質檢測劑試、步驟及方法

1. pH 值酸鹼檢測劑-檢測水中的酸鹼度

將本試劑擠 1 滴於 10mL 被測溶液(無色)中，搖均，根據被測溶液的顏色變化，對照比卡可讀得所測溶液的 pH 酸鹼值。對比觀察顏色，須在 30 秒之內進行色別對比，超出時間無效。



2. 亞硝酸鹽測試劑-檢測水中的亞硝酸鹽含量
用待測水樣沖洗取樣杯二次,然後取樣 5ml,向杯中加入亞硝酸鹽試劑 10 滴,搖動均勻,五分鐘後比色。色調相同的色標即為待測水中亞硝酸鹽含量(以氮計:毫克/升)。



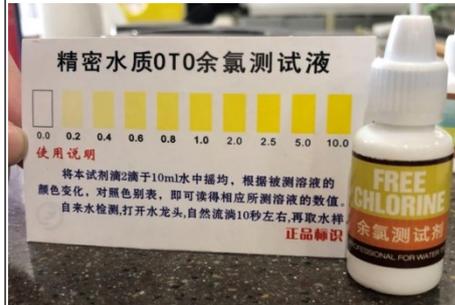
3. 氨氮測試劑-檢測水中的氨氮
先用水樣沖洗試管(燒杯)兩次,取水樣至刻度 5ml。往試管中加試劑(I)五滴,搖勻,再加入試劑(II)5 滴,搖勻,放置 5 分鐘與標準比色卡自上而下目視比色,色調相同的色標既是水中氨氮的含量(毫克/升)。如用單眼比色觀察,效果更佳。



4. 溶氧量試劑-檢測水中的含氧量
先用待測水樣沖洗量杯兩次,取水樣至刻度 10ml,依次滴加試劑(I)和試劑(II)各 5 滴,搖均,靜置 3-5 分鐘,滴加試劑(III)5 滴,搖至沉澱完全溶解(若沒有完全溶解可在滴加試劑 III 1-3 滴)與比色卡比較,色調相近的色標既是水樣含量(毫克/升)。



5. 餘氯測試劑-檢測水中的餘氯
將本試劑滴 2 滴於 10ml 水中搖均, 根據被測溶液的顏色變化, 對照色別表, 即可讀得相應所測溶液的數值。自來水檢測, 打開水龍頭, 自然流 10 秒左右, 再取水樣。



一、學生操作實驗
1. 根據卡片上指示, 每組學生互相合作, 檢測養魚水中的 pH 值、溶氧量、餘氯、亞硝酸鹽和氨氮的含量, 把數據記錄在下表中。

水源	溶氧量	pH值	餘氯	亞硝酸鹽	氨氮
養魚水					

二、思考：
1. 綜合檢測結果, 根據你的知識及查找網上資源, 試分析你們的水質。



圖(一)為家中魚缸水的檢測結果

1. 自古養魚成敗在於水, 所以水質對魚類的存活十分重要, 水質檢測是必須的。
2. 水質檢測的方法。

水質檢測操作實驗
• 學生進行水質檢測操作實驗
• 記錄結果
• 思考

總結

第四節 數據處理及分析

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	數據處理及分析
節次	4	日期	2019年4月11日
學生已有知識	1. 水質對生態瓶中生物生存的影響 2. 辨別水質的好與壞		
學習目標 (知識、技能、情意)	知識： 1. 觀察圖表簡述結果。 技能： 1. 利用實驗數據製作圖表。 情意： 1. 追縱這項實驗的結果，統計分析後明白生命的脆弱，加強珍惜生命的觀點。		
配應基力要求編號	C-8, A-2, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, A-9, A-10		
教學資源	Excel、Dyknow、水質檢測數據		
學習評估	1. 觀察學生進行電子學習的情況。 2. 觀察學生分析資料情況。		

課前準備	活動程序	試教評估
水質檢測數據 • 養魚水	教師利用同學所得出的水質檢測數據，預先製作圖表，作為堂上活動引入之用。	

學習內容	活動程序	試教評估																																																								
引入 • 水質好與壞	一、提出問題，啟發學生思考 1. 教師展示每組學生檢測水質的結果，提問哪一組的水質較好?為什麼? <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>水源</th> <th>pH值</th> <th>溶氧量</th> <th>餘氯</th> <th>氨氮</th> <th>亞硝酸鹽</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第一組</td> <td>魚缸水</td> <td>7.4</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.05</td> </tr> <tr> <td>第二組</td> <td>公園水池水</td> <td>7.8</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>第三組</td> <td>家中魚缸水</td> <td>8</td> <td>5</td> <td>0.2</td> <td>0</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>第四組</td> <td>家中魚缸水</td> <td>8.4</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>第五組</td> <td>餐廳魚缸水</td> <td>7.8</td> <td>4</td> <td>0.4</td> <td>0.2</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>第六組</td> <td>家中魚缸水</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0.1</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>第七組</td> <td>家中魚缸水</td> <td>8</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> 預期學生回答： 第七組，因為餘氯、氨氮和亞硝酸鹽的數值為零，而水中的溶氧量為6，氧充足。	組別	水源	pH值	溶氧量	餘氯	氨氮	亞硝酸鹽	第一組	魚缸水	7.4	5	0	0	0.05	第二組	公園水池水	7.8	3	0	0	0.005	第三組	家中魚缸水	8	5	0.2	0	0.3	第四組	家中魚缸水	8.4	6	0	0	0.005	第五組	餐廳魚缸水	7.8	4	0.4	0.2	0.1	第六組	家中魚缸水	8	6	0	0.1	0.005	第七組	家中魚缸水	8	6	0	0	0	1. 雖然學生在初中時已學習製作 Excel 圖表，但有些同學忘記了如何製作圖表，建議可與電腦科合作，在教授此節課前進行跨科學習。 2. 學生能使用文字說明 A 和 B 瓶哪個較好，但每週變化的詳細分析則從網上搜索更多資料以證明其研習主題的論點。
組別	水源	pH值	溶氧量	餘氯	氨氮	亞硝酸鹽																																																				
第一組	魚缸水	7.4	5	0	0	0.05																																																				
第二組	公園水池水	7.8	3	0	0	0.005																																																				
第三組	家中魚缸水	8	5	0.2	0	0.3																																																				
第四組	家中魚缸水	8.4	6	0	0	0.005																																																				
第五組	餐廳魚缸水	7.8	4	0.4	0.2	0.1																																																				
第六組	家中魚缸水	8	6	0	0.1	0.005																																																				
第七組	家中魚缸水	8	6	0	0	0																																																				
資料分析及討論 • 生態瓶例子	一、教師展示生態瓶例子、假設及數據後，提出問題，啟發學生思考： 1. 比較金魚藻和水蘭對斑馬魚存活的影响																																																									

組別	水源	底砂種類	水草種類	陽光	硝化細菌	魚的數量
A(對照組)	山水	矽砂	金魚藻	✓	0.3mL	2條
B(實驗組)	山水	矽砂	水蘭	✓	0.3mL	2條

2. 實驗假設

(1) 金魚藻比水蘭更適合斑馬魚生存。

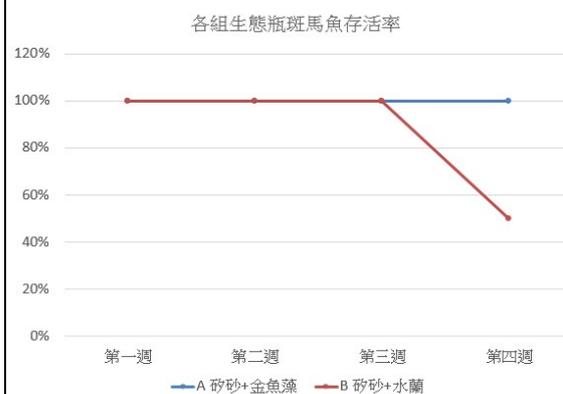
(2) 金魚藻適放氧含量較水蘭多。

3. 根據生態瓶水質檢測折線圖，提出問題，讓學生思考及分析，使用文字說明各生態瓶中斑馬魚的存活率、溶氧量、pH 值、氮氮的每週變化，總結那個生態瓶水質較適合斑馬魚生存。

預期學生回答：

(1) 斑馬魚存活率

A 瓶較 B 瓶好，因為斑馬魚沒有死亡。

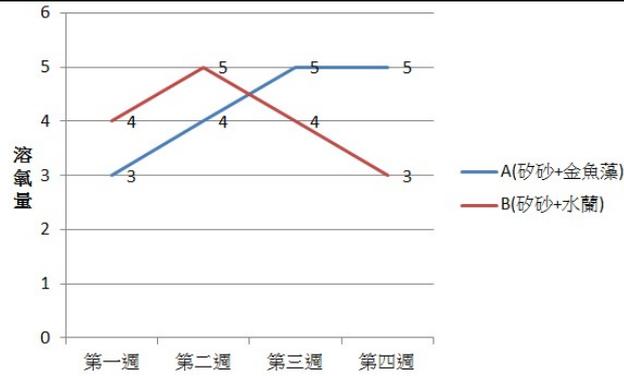


(2) 溶氧量

A 瓶：第 1-3 週，溶氧量不斷漸漸上升至第三週趨向穩定，由開始的 3mg/L 上升到 5mg/L，原因是加入了水生植物不斷進行光合作用製氧。

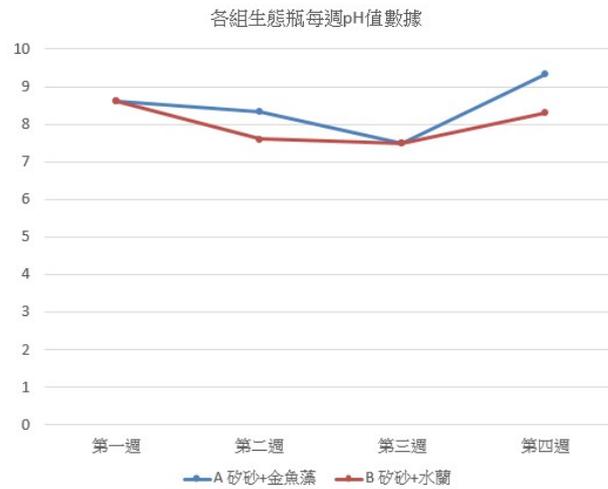
B 瓶：第 1-2 週，溶氧量上升，原因是加入了水生植物進行光合作用製氧，但由第 2 週開始有明顯的下降趨勢，發現水蘭製氧能力不比金魚藻好。

溶氧量的高低與植物進行光合作用、生物進行呼吸作用等有關，除此之外，水溫度也有影響，水溫愈高，水的溶氧量也愈低，水溫愈低，則水的溶氧量愈高。



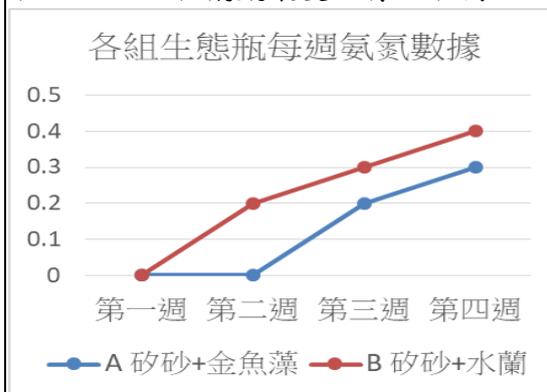
(3) pH 值

A 瓶和 B 瓶的 pH 值都呈弱鹼性，皆適合斑馬魚生存，其中 A 瓶酸化沒有 B 瓶嚴重，證明水質較 B 瓶遭排泄物及其它雜質的污染多。



(4) 氨氮

因斑馬魚的排泄物影響以致各瓶中均含有氨氮，氨氮與 pH 值是有關係的，pH 值越酸對斑馬魚生長不好，但從圖中所見，A 瓶較 B 瓶好，因 A 瓶氨氮濃度沒有 B 瓶高。



綜合上述數據顯示，A 瓶較好，因為 A 瓶溶氧量高、氨氮濃度較低、而且魚兒存活率較高，說明水生植物中金魚藻比水蘭更適合，符

	合實驗假設預期。	
總結 • 合適水質結果	1. 適合斑馬魚生存的溫度。 2. pH 值：弱鹼性 7~8 之間。 3. 溶氧量：7mg/L。 4. 氨氮及亞硝酸鹽濃度：皆少於 0.1mg/L 5. 其它因素：包括砂石、魚的種類、水源、硝化細菌等都對水質有一定的影響，能影響生物生存。	
• 準備材料製作生態瓶	一、製作生態瓶材料 1. 學生於下節課進行生態瓶製作，準備所需材料。	

第五節 自製生態瓶實驗及水質檢測

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	自製生態瓶實驗及水質檢測
節次	5	日期	2019年4月16日
學生已有知識	1. 明白自變量及因變量之間的關係 2. 知道製作生態瓶的方法 3. 了解生態瓶中水質檢測的方法		
學習目標 (知識、技能、情意)	知識：1. 說明生態瓶內放置生物的作用。 2. 說明生物之間相互影響，相互依存。 技能：1. 製作一小型生態瓶。 2. 通過操作實驗，提升動手能力，互相協作。 情意：1. 堅持對生態瓶的飼養及觀賞，體驗科學的探索精神。		
配應基力要求編號	A-5, A-6, A-7, A-10		
學習資源	Dyknow、網上資源、實驗材料(學生實驗前準備)、生態瓶計劃書		
學習評估	1. 學生使用材料及實驗操作的情況。 2. 觀察學生的積極性。		

實驗前準備	活動程序	試教評估
實驗材料 • 生態瓶	實驗材料 • 學生根據研習內容自行決定及購買生態瓶所需的材料。	1. 教師應預先檢查學生的生態瓶計劃書。 2. 學生可提前把一些實驗材料放到實驗室中，避免因當天忘記帶材料而不能完成製作生態瓶的活動內容。

學習內容	活動程序	試教評估
學生進行實驗 • 製作生態瓶 • 生態瓶的水質檢測 • 記錄	一、生態瓶製作準備 每組學生根據計劃書確認生態瓶的材料後製作生態瓶。 二、製作生態瓶步驟(根據實驗設計內容) 1. 將玻璃瓶中裝入三分之二瓶的水。 2. 依序放入沙石、藻或其它水生植物、小魚和蝦等。 3. 滴10滴左右的硝化細菌。 4. 將玻璃瓶密封，平放，置於室內明亮處或走廊。 三、完成生態瓶後進行水質檢測，記錄數據。	1. 不論對照組及實驗組都要檢測水質，因此所花的時間較多，建議教師提醒同學之間互相合作的重要性，爭取時間。

	pH值	溶氧量	餘氯	氨氮	亞硝酸鹽
對照組					
實驗組					
<p>• 製作簡報和書面報告</p>	<p>一、學生每天觀察生態瓶中生物生長的情況、拍攝照片及每週進行一次水質檢測並記錄數據。</p> <p>二、分析、討論、總結生態瓶中影響生物的生存因素，最後完成書面報告、簡報及匯報，匯報內容如下：</p>				
	<p>(1) 主題</p> <p>(2) 實驗假設</p> <p>(3) 實驗結果</p> <p>(4) 總結</p> <p>(5) 反思與建議</p> <p>(6) 參考資料</p>				

第六節 生態瓶的匯報及總結

科目	自然科學	班級	高一文
總節數	6	科目每週節數	2
單元名稱	生態系統	課題	生態瓶的匯報
節次	6	日期	2019年5月16日
學生已有知識	<ol style="list-style-type: none"> 1. 明白製作生態瓶的目的 2. 懂得記錄數據，整理資料 		
學習目標 (知識、技能、情意)	<p>知識：1. 說明生態瓶中影響生物生存的因素。</p> <p>技能：1. 建立生態瓶基本的因素。 2. 使用 PPT 匯報，提升學生的表達技巧和組織能力。</p> <p>情意：1. 完成匯報後能提升學生之間的相處及溝通，增進各同學之間的感情。</p>		
配應基力要求編號	A-2, A-3, A-6, A-9, A-10, C-8		
學習資源	PPT、評估表		
學習評估	<ol style="list-style-type: none"> 1. 觀察學生匯報的情況。 2. 觀察學生聆聽匯報的情況。 3. 評估表。 4. 同學提出問題及解答問題之能力。 		

學習內容	活動程序	試教評估
學生匯報及總結	<ol style="list-style-type: none"> 1. 每組學生匯報研習結果，分析原因，台下學生一邊聆聽一邊記下匯報建議和疑問的地方，台上學生匯報完畢後老師及台下的學生向匯報組別同學作出提問，整理及總結同學匯報成果。 2. 老師設計評估量表(一)和(二)詳見附錄，由其他同學為該組評分(組別互評)。 3. 每組同學匯報完成及製作書面報告後，再組內互評，為同組同學評分，老師課後收集好所有評估量表。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 學生在匯報時花較多時間在主題、假設或分析等，建議簡而精，重點在於結果部份，應清楚結果與假設是否相符。

叁、反思與建議

1. 為提高學生學習興趣及動手操作能力，利用探究及實驗的方式最為有效。
2. 在這個單元裏，教師要培養學生的實驗動手、觀察、思考、科學探究和知識運用的能力，所以課堂上以自我探究為主，利用研習及實驗引導學生觀察斑馬魚在生態瓶中的變化，從而再探究斑馬魚在生態瓶中的生存因素及分析水質的變化。
3. 希望學生能透過實驗及所學的知識嘗試去探討問題原因，最後教師才從旁把學習內容加以說明和整理以達成學習目標，並發揮最好的學習效果。此外，匯報及討論能鞏固知識，加強學生的歸納能力和表達技巧。
4. 製作生態瓶的探究學習，增加課堂的趣味性，提高學生的學習動機，給學生更多主動參與學習的機會及對自身的學習負責任。
5. 同學飼養及觀賞生態瓶中的斑馬魚和其他各種水生生物，探究生命的奧秘及珍惜各種生物的生命。
6. 每一節課時間只有 40 分鐘，受不同因素影響，阻礙實驗進度或不能準時完成，所以教師在實驗時間上要嚴謹控制，提醒學生在課前務必了解該節課的內容，例如：如何進行水質檢測或準備製作生態瓶的材料等，可讓學生在堂上的時間內完成，達致最佳效果。
7. 改變傳統教學法，利用專題研習(製作生態瓶)進行探究式學習，當中包括實驗及內聯網為學生提供更多的活動及資訊，把學生從單純的「知識接收者」轉變為「知識挖掘者」，從快樂及探究中學習。
8. 在這個研習中，教師多鼓勵學生擴闊視野，搜索更多資訊，最終斑馬魚能否生存全賴他們在專題開始前對生態系統的認識及照顧，若不幸地斑馬魚死亡，也需明白箇中道理，得出結論，從而提升他們的科學素養。

肆、參考資料

一、書目

1. 水族生態瓶之開發初探，作者：蔡委哲、鄭宇志、陳怡蕙
2. 生物教案，人人教育出版社、延邊教育出版社

二、網站

1. 華人百科
<https://www.itsfun.com.tw/%E7%94%9F%E6%85%8B%E7%93%B6/wiki-8141806-2658685>
2. 百度百科
<https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E6%80%81%E7%93%B6>
3. 自然保育與生態平衡，作者：劉其偉
https://max-liu.org/Max_a01/2011-06.asp
4. 譯學館
<https://www.yxgapp.com/video/c413cac6-fdff-427e-a7bb-101b279cb296.html>
5. 守護水家園
http://child.wratb.gov.tw/Learn_wratb/download/%E5%AE%88%E8%AD%B7%E6%B0%B4%E5%AE%B6%E5%9C%92.pdf
6. 生態瓶的獨白 <https://www.ntsec.gov.tw/FileAtt.ashx?id=3712>
7. 水族生態瓶之開發初探
www.shs.edu.tw/works/essay/2014/04/2014040213261626.pdf

實驗假設：

研習方法：實驗法

1. 實驗材料：_____

2. 實驗步驟：_____

3. 實驗記錄：

表一：每週水質檢測結果

日期	pH 值	溶解氧	氨氮	餘氨	亞硝酸鹽

參考資料：

存檔 編號	資 料 類別	標題	出處	負責同 學姓名
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				

組員分工表（班別：_____ 組別：_____）

組員姓名	學號	職務

日期：_____

(二)評估量表

研習評估量表(一)組別互評

匯報組別：第_____組

報告日期_____

項目	評估	表現 (1 至 5 分, 5 分為最好)				
		5	4	3	2	1
研習報告	研習過程及計劃書內容					
	資料分析及理解					
	內容豐富					
	結論					
	參考資料					
實驗報告內容	是否對該實驗進行足夠的資料搜集					
	實驗前材料的準備及分析					
口頭報告	清楚說明報告內容與要點					
	聲量充足					
	說話清晰					
	時間控制得宜					
	回答問題能力					
	累計分數					
	總分					

評分者組別：_____

研習評估量表(二)

滙報組別：第_____組

報告日期_____

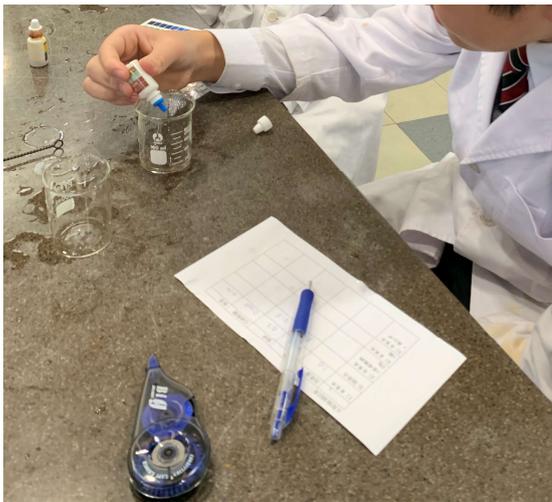
項目	評估	表現 (1 至 5 分, 5 分為最好)				
		5	4	3	2	1
工作表現	1. 蒐集及分析資料					
	2. 積極參與討論					
	3. 按時完成工作及任務					
	4. 個人整體表現					
協作學習	5. 鼓勵其他組員參與協作					
	6. 尊重其他組員的觀點					
	7. 提出有建設性的意見					
	8. 責任感					
累計分數						
總分						

評分者姓名：_____

(三)圖片



圖一：學生上課時的情形(生態系統-----食物鏈及食物網)



圖二：檢測水質時的情況



圖三：自帶養魚水回校檢測水質



圖四：學生帶回校的養魚水太污濁，需提前過濾雜質



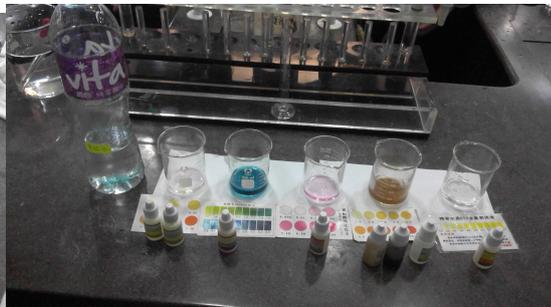
圖五



圖六



圖七



圖八



圖九



圖十

圖五至圖十：學生們的水質檢測結果