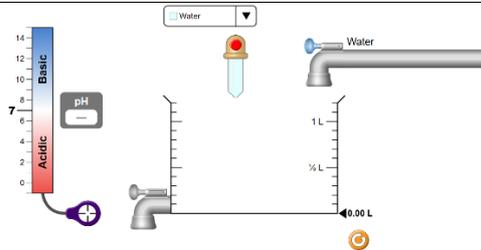


綠階/初階海洋教育者培訓課程教案設計

教案名稱	變色的海洋家園： 暖化、酸化與珊瑚焦慮	設計者名稱	教師一：項文雄	
			教師二：無	
			教師三：無	
教學對象	<input type="checkbox"/> 幼教(幼兒年齡____) <input checked="" type="checkbox"/> 小學(高年級) <input type="checkbox"/> 中學(含高中職) <input type="checkbox"/> 一般民眾 <input type="checkbox"/> 其他_____	教學領域 (科目或名稱)	自然科學、海洋教育 議題融合	
教學資源	自然科學、海洋教育議題融合	教學時數	2 節課 (80 分鐘)	
教學理念	本課程結合數位模擬科技 (PhET) 與海洋生態議題，將抽象的氣候變遷具體化。課程核心在於釐清二氧化碳排放的雙重衝擊：一是留在大氣中吸收熱能造成「海洋暖化」；二是溶入海水中形成碳酸，改變化學性質造成「海洋酸化」。標題中的「珊瑚焦慮」並非擬人化的情緒，而是指珊瑚因環境劇變 (水溫升高導致共生藻離開、pH 值下降干擾碳酸鈣骨骼形成) 所面臨的極大生理生存壓力 (Physiological Stress)。透過科學探究歷程，引導學生從觀察模擬數據理解此壓力，進而建立保護海洋環境的行動意識。			
教學對象分析	學生在自然科已具備基本水生生物分類及環境觀察經驗 (如四上水生家族)。本課程將銜接該經驗，進一步探討人類行為如何透過大氣改變海洋化學性質，導致生物生存危機。			
十二年國教課綱	海洋教育實質內涵		本教案 學習目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <b>認知</b>：能說明 CO<sub>2</sub> 濃度增加與海水溫升、酸化的關聯性</li> <li>2. <b>情意</b>：展現對海洋生態受損 (如珊瑚白化) 的同理心與保護情懷。</li> <li>3. <b>技能</b>：能操作 <b>PhET 模擬器</b> 記錄數據，並與同儕討論實驗結果。</li> <li>4. <b>行為</b>：能在日常生活中實踐減碳行動，以減緩海洋環境惡化。</li> </ol>
	十二年國教課綱 海洋教育實質內涵： <b>海 E11</b> ：認識海洋生物與生態。 <b>海 E15</b> ：認識海水酸化對海洋生物與生態的影響。			
	領域學習重點			
	學習表現： <b>ah-III-2</b> 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。 學習內容： 人類行為的改變可以減緩氣候變遷所造成的衝擊與影響。			

對應 教學目標	教學活動流程 (數量可自行調整)	時間	教學 資源	教學 評量
<p><b>情意：</b>能對珊瑚白化的困境產生同理心與保護情懷。</p> <p><b>技能：</b>能操作 PhET 模擬器記錄數據，並與同儕討論實驗結果。</p> <p><b>認知：</b>能說明 CO<sub>2</sub> 濃度增加與海水溫升的因果關係。</p>	<p><b>活動一名稱：</b>熱得受不了的海洋(第一節40 分鐘)</p> <p><b>教學重點：</b> 利用 PhET 模擬器探究溫室效應與海洋暖化的關聯。</p> <p><b>1 準備活動：</b> 播放珊瑚白化影片，提問對海洋變色的印象。</p> <p><b>1.1 引起動機：影像導入(5 分鐘)</b> <b>操作步驟：</b></p> <p>1.1.1 教師播放公視或環境紀錄片中關於「寶貝海洋，珊瑚天堂」或「珊瑚白化」的短片剪輯。</p> <p>1.1.2 引導學生觀察影片中健康珊瑚礁（色彩斑斕、魚群豐富）與白化珊瑚礁（呈現死白、覆蓋藻類、生態荒涼）的強烈對比。</p> <p><b>1.2 教師提問與經驗銜接(3 分鐘)</b> <b>操作步驟：</b></p> <p>1.2.1 教師提問：「對於影片中的介紹，有哪些令人深刻的印象？」</p> <p>1.2.2 連結學生舊經驗：詢問學生是否在自然課「水生家族」單元中看過珊瑚，並引導學生思考：「為什麼原本漂亮的珊瑚會變白？這跟我們居住的環境溫度有關係嗎？」</p> <p><b>1.3 揭示本節目標與 PhET 任務(2 分鐘)</b> <b>操作步驟：</b></p> <p>1.3.1 教師說明：今天的任務是要利用 <b>PhET 數位模擬器</b> 扮演科學家，找出大氣層中發生了什麼變化，才讓海洋家園「發燒」了。</p> <p><b>2 發展活動：</b> <b>PhET 實驗室：</b>操作「溫室效應」模擬，觀察增加大氣氣體對地表溫度的影響。</p> <p><b>2.1 器材準備：</b>學生每組分發一台平板電腦，並開啟 PhET「溫室效應」(The Greenhouse Effect) 模擬器。</p> <p><b>2.2 情境設定(5 分鐘)：</b></p> <p>2.2.1 教師引導學生進入「大氣層分層」模式，觀察不同年代的大氣成分。</p> <p>2.2.2 請學生觀察「1750 年(工業革命前)」與「今日」的氣體組成，並特別標記 CO<sub>2</sub> 的濃度差異。</p> <p><b>2.3 數位探究歷程(10 分鐘)：</b></p> <p>2.3.1 <b>步驟 A：</b>請學生觀察畫面中代表熱能的「紅外線光子」。</p>	<p>10分</p> <p>20分</p>	<p>多媒體播放設備、海洋生態影片</p> <p>平板電腦</p>	<p>學生能仔細觀賞影片並口頭回答提問。</p> <p>完成記錄</p>





## 2.1 操作步驟：

發展活動：PhET pH 探究

- 2.1.1 步驟 A（認識 pH 值）：學生先將水加入容器，移動 pH 感測器，確認純水的 pH 值為 7.0（中性）。
- 2.1.2 步驟 B（修正迷思：氣體與化學反應）：
- 2.1.3 教師引導學生選取「蘇打水 (Soda Pop)」，觀察其 pH 值（約 2.5-3.0，酸性）。
- 2.1.4 關鍵提問（修正點）：教師需強調，蘇打水變酸不是因為「裡面有氣泡」，而是因為二氧化碳溶入水中後，產生化學反應形成了「碳酸」，才導致酸鹼值下降。
- 2.1.5 步驟 C（模擬海洋酸化真相）：
- 2.1.6 教師說明：健康的海水其實是弱鹼性（pH 約 8.1），並非中性或酸性。
- 2.1.7 學生操作：利用模擬器觀察，當酸性物質加入鹼性液體時，pH 值會開始下降（例如從 8.1 降到 7.8）。
- 2.1.8 概念釐清：告訴學生「海洋酸化」並不是說海水馬上變成像檸檬汁一樣的酸性，而是指「海水的鹼性變弱了」（pH 值向 7 靠近）。這微小的改變就足以讓珊瑚和貝類無法順利建造外殼。
- 2.1.9 步驟 B（模擬變化）：雖然模擬器中沒有直接的「CO<sub>2</sub>」選項，但教師引導學生選取「蘇打水 (Soda Pop)」，觀察其 pH 值（約 2.5-3.0），讓學生理解含有氣體的液體通常偏酸。
- 2.1.10 步驟 C（濃度稀釋）：學生練習加入更多的水，觀察 pH 值向 7.0 移動的過程，模擬大氣與海洋交換的平衡概念。
- 2.1.11 步驟 D（數據統整）：學生記錄不同液體的 pH 值，並對比「健康海水（pH 8.1）」與「預測酸化海水」的數值差異。

10分鐘

## 3 綜合活動：守護行動提案

### 3.1 操作步驟：

	<p>3.1.1 <b>關聯總結</b>：教師說明 CO<sub>2</sub> 不只讓海洋「發燒」（暖化），還讓海洋「變酸」（酸化）。</p> <p>3.1.2 <b>小組提案</b>：學生分組討論三項能減少 CO<sub>2</sub> 排放的具體行為（如：多搭公車、捷運、輕軌、自備餐具、隨手關燈）。</p> <p>3.1.3 <b>行動承諾</b>：每人在學習單或卡片上寫下一項本週要執行的「減碳護洋行動」。</p> <p>3.1.4 <b>對應目標：行為</b>：能在日常生活中實踐減碳行動，以減緩海洋環境惡化。</p>			
--	---	--	--	--

# 【變色的海洋家園：暖化與酸化探究】學習單

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 日期： 年 月 日

## 第一節：海洋發燒了（溫室效應與暖化）

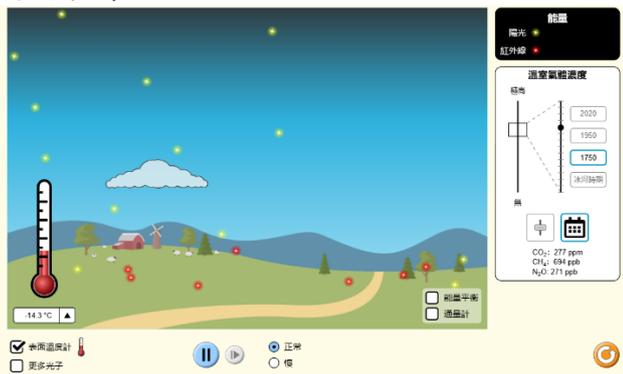
### 一、影像觀察：珊瑚的求救信

1. 在影片中，健康的珊瑚礁與白化的珊瑚礁有什麼不同？（請圈選描述詞）
  - ◇ 健康珊瑚：（ 五彩繽紛 / 潔白無瑕 ）、（ 魚群很多 / 靜悄悄 ）。
  - ◇ 白化珊瑚：（ 像骨頭一樣白 / 綠意盎然 ）、（ 生機蓬勃 / 變得荒涼 ）。
  - ◇

### 二、PhET 實驗室：尋找加溫的兇手

請打開 PhET「溫室效應」模擬器，調整二氧化碳（CO<sub>2</sub>）濃度並記錄溫度變化：

大氣設定階段→二氧化碳(CO<sub>2</sub>)濃度→地表平均溫度(°C)→1750年(工業革命前)→今日(2025年)→未來(手動拉至最高)

<p>操作參考</p> 	<p>我的操作發現？</p>
--	----------------

我的科學歸納：（請圈選對的答案）

- 當大氣中的二氧化碳濃度越（ 高 / 低 ），地表溫度就會越（ 高 / 低 ）。
- 我在模擬器中看到紅色的「紅外線光子」被氣體分子（ 擋住彈回地面 / 直接穿透 ）。

我能怎麼做呢？

# 【變色的海洋家園：暖化與酸化探究】學習單

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_ 日期： 年 月 日

## 第二節：酸溜溜的海洋（pH 值與酸化）

實驗觀察：當貝殼遇上酸

1. 教師演示：當貝殼放入酸性液體中，你看到了什麼現象？

答：\_\_\_\_\_。

### PhET 實驗室：數值的秘密

請開啟 PhET 「pH 比例：基礎」模擬器，測量不同液體的酸鹼度：

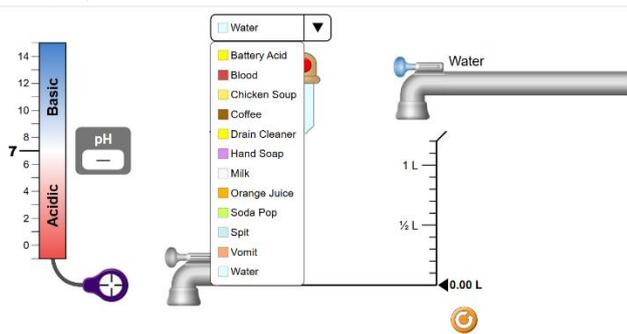
**思考題 1**：蘇打水(Soda Pop)的 pH 值約為 2.5，屬於酸性。這是因為二氧化碳溶入水中變成了什麼物質？ 氣泡  碳酸  氧氣

**思考題 2**：健康的海水 pH 值約為 8.1，屬於弱鹼性。當科學家說「海洋酸化」，是指海水發生了什麼變化？ 變成了強酸 ( $\text{pH} < 7$ )  依然是鹼性，但 pH 值下降了 (例如降到 7.8)，鹼性變弱。

※**進階思考**：如果大氣二氧化碳持續溶入海水，海水的 pH 值會 (下降 / 上升)，這會讓珊瑚礁更 (容易 / 難以) 利用碳酸鈣來建造牠的家。

液體名稱 → pH 值 (數字) → 酸鹼性質 (酸性 / 中性 / 鹼性)：純水 (7.0、中性)，蘇打水 (Soda Pop)、正常海水 (8.1、弱鹼性)

操作參考



我的操作發現？

※**思考題**：如果大氣二氧化碳持續溶入海水，海水的 pH 值會 (變大 / 變小)，這會讓珊瑚礁的家 (更穩固 / 容易溶解)。

### 海洋守護者行動提案

為了不讓海洋繼續發燒與變酸，我們小組決定執行以下減碳行動：