

國科會 115 年度 CCUS 創意教案設計  
 教室裡的捕碳手：用科學打造淨零未來  
 作者：邱麗綺

### 《課程內容概述》

本課程以「二氧化碳與氣候變遷」為核心，結合環境議題與科學探究，設計一套以學生為中心的跨領域學習課程。課程透過真實情境導入，引發學生對全球暖化與碳排放問題的關注，並進一步介紹碳捕捉與再利用（CCUS）概念，建立學生對氣候議題的基礎理解。

在探究歷程中，學生透過石灰水實驗驗證二氧化碳的性質，並運用工程設計思維，設計與製作簡易碳捕捉裝置，進行實驗操作與數據分析，探討降低二氧化碳濃度的方法。最後以教室內二氧化碳濃度過高的生活經驗為情境，讓學生設計並實作碳捕捉裝置，強化科學知識與生活應用之連結。同時，透過探討碳捕捉與再利用（CCUS）技術，培養學生對環境永續發展的關懷，呼應聯合國永續發展目標（SDGs），提升學生的公民素養與責任感。

本課程強調「議題導入—概念建構—探究實作—應用延伸」的學習歷程，融入 STEM 教育精神與問題導向學習（PBL），培養學生科學探究能力、合作學習態度與環境責任感，落實素養導向教學。

此教學設計安排共兩個主題，整理如下：

單元主題一： 二氧化碳與氣候變遷--從溫室效應到碳捕捉技術	第一節課溫室效應及全球暖化議題的探討
	第二節課 CCUS 概念介紹
單元主題二： 二氧化碳的捕捉與應用--從原理到實作	第一節課二氧化碳的性質與捕捉原理
	第二節課二氧化碳捕捉裝置的設計與製作
	第三節課降低二氧化碳的方法探究
	第四節課捕捉後產物的應用與再利用

單元名稱	教室裡的捕碳手：用科學 打造淨零未來	適用年級	小學高年級
		教學時間	240 分鐘，共 6 節。
單元主題	主題一： 二氧化碳與氣候變遷--從溫室 效應到碳捕捉技術 主題二： 二氧化碳的捕捉與應用--從原 理到實作	教材來源	自編教材
		設計者	邱麗綺

<b>教學準備</b>	1、上網蒐集相關報導:雜誌文章、影片 2、準備載具、實驗設備、設計學習單	
<b>學生先備經驗</b>	高年級學生已在自然科學課程中接觸過二氧化碳的鑑別方式、性質特徵與製備方法，對該氣體具備一定的基礎認知，故本次教學主題得以在原有知識基礎上銜接進行，並引導學生向更高層次之概念發展。	
<b>核心素養</b>	<b>學習表現</b>	<b>學習內容</b>
<p>自-E-A2 能運用好奇心及想像能力，從觀察、閱讀、思考所得的資訊或數據中，提出適合科學探究的問題或解釋資料，並能依據已知的科學知識、科學概念及探索科學的方法去想像可能發生的事情，以及理解科學事實會有不同的論點、證據或解釋方式。</p> <p>自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。</p> <p>自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。</p> <p>自-E-C2 透過探索科學的合作學習，培養與同儕</p>	<p>tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的記錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別他人資訊與事實的差異。</p> <p>tm-III-1 能經由提問、觀察及實驗等歷程，探索自然界現象之間的關係，建立簡單的概念模型，並理解到有不同模型的存在。</p> <p>po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等察覺問題。</p> <p>po-III-2 能初步辨別適合科學探究的問題，並能依據觀察、蒐集資料、閱讀、思考、討論等，提出適宜探究之問題。</p> <p>pe-III-1 能了解自變項、應變項並預測改變時可能的影響和進行適當次數測試的意義。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題的特性、資源（設備等）的有無等因素，規劃簡單的探究活動。</p> <p>pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。</p> <p>ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。</p> <p>ah-III-2 透過科學探究活動解決一部</p>	<p>INg-III-4 人類的活動會造成氣候變遷，加劇對生態與環境的影響。</p> <p>INg-III-5 能源的使用與地球永續發展息息相關。</p> <p>INg-III-6 碳足跡與水足跡所代表環境的意涵。</p> <p>INg-III-7 人類行為的改變可以減緩氣候變遷所造成的衝擊與影響。</p>

<p>溝通表達、團隊合作及和諧相處的能力。</p> <p>自-E-C3 透過環境相關議題的學習，能了解全球自然環境的現況與特性及其背後之文化差異。</p>	<p>分生活週遭的問題。</p>	
---	------------------	--

### 學習目標

- 一、學生能說明溫室效應與全球暖化的基本概念，透過小組討論分享對環境議題的理解與感受，培養關心永續發展的態度。
- 二、學生能理解 CCUS 的概念與技術流程，認識碳捕捉、再利用與封存的基本方式。
- 三、學生能透過實驗操作，觀察二氧化碳使澄清石灰水變混濁的現象，並使用簡易儀器測量二氧化碳濃度，理解科學觀察與量化紀錄的方法。
- 四、學生能說明二氧化碳與澄清石灰水反應生成碳酸鈣的原理，並依據原理設計降低二氧化碳濃度的實驗裝置。
- 五、學生能操作碳捕捉實驗裝置，蒐集與分析實驗數據，驗證石灰水在密閉空間中降低二氧化碳濃度的效果，並關注教室空氣品質與健康的關聯。
- 六、學生能透過長時間觀察石灰水酸鹼變化，推論二氧化碳吸收情形，並探討實驗後水溶液的再利用方式，培養環保意識與實證探究能力。

### 單元主題一：二氧化碳與氣候變遷--從溫室效應到碳捕捉技術

#### 第一節---溫室效應及全球暖化議題

分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機</p> <p><a href="#">【永續食代新素養】全球暖化與溫室效應   LIS 情境科學教材</a></p> <p>(影片長度 6 分 26 秒)</p> <p>影片摘要:人類活動導致溫室氣體增加，促使全球暖化加劇，影響生態與氣候。各國、企業及個人應共同推動淨零碳排放，採取永續生活方式，守護地球未來。</p>	7	觀察評量: 觀察學生觀看影片時是否專注，並能參與後續討論。	目標一
異質分組 (3-5 人一組)	<p>二、發展活動</p> <p>1、學生二到三人一組，利用學習載具查詢全球暖化及溫室效應議題。</p> <p>2、組內先討論，找出一個令他們印象最深刻的內容，最後要上台分享。</p> <p><i>註：此活動要視學生能力，如果學生能力不夠成熟，教師可以事先收</i></p>	13	口頭評量: 評量學生是否能理解溫室氣體增加與	目標一

	<p>集相關影片或新聞、雜誌報導，將連結張貼在 Classroom，讓學生可以直接點連結來看，再進行小組討論。以下可參考。</p> <p>1、 二氧化碳令地球變暖背後的原理－ BBC News 中文 (2分32秒)  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=g4wsE2D2-R8">https://www.youtube.com/watch?v=g4wsE2D2-R8</a></p> <p>2、 大溫室氣體去年增幅創新高 加劇暖化並衝擊生物多樣性   20221027 公視晚間新聞  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=PXNhEcQsa4Q">https://www.youtube.com/watch?v=PXNhEcQsa4Q</a> (2分09秒)</p> <p>3、 溫室氣體比你想得更恐怖！ 科技部最新研究：台灣2100年的熱真相   全球聊天室 #鏡新聞  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=79ixJHomBIw&amp;t=14s">https://www.youtube.com/watch?v=79ixJHomBIw&amp;t=14s</a> (2分36秒)</p>		全球暖化的關係	
異質分組 (3-5人一組)	<p>三、綜合活動</p> <p>1、各組派代表上台分享，在查詢資料的過程中，讓他們印象最深刻的內容是甚麼。</p> <p>2、老師進行總結。</p> <p>3、發下學習單，引導學生如何完成學習單「地球發燒了」(教師先將參考文章連結張貼在 classroom)。</p>	20	學習單評量 classroom	目標一
<b>第二節---CCUS 概念介紹</b>				
<b>分組方式</b>	<b>教學活動</b>	<b>時間</b>	<b>評量方式</b>	<b>學習目標</b>
合班	<p>一、引起動機</p> <p><b>教師提問：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 你知道哪些地方會排放二氧化碳？</li> <li>2. 二氧化碳太多，可能造成什麼問題？</li> <li>3. 如果你是科學家，你會怎麼減少空氣中的二氧化碳？</li> </ol> <p>由以上提問進而導入 CCUS 概念介紹。</p>	5	口頭評量：依學生回答判斷其理解程度。	目標二
合班	<p>二、發展活動</p> <p><b>影片觀賞</b></p> <p><a href="#">電幻無處不科普 EP4【淨零關鍵捕手 CCUS】(9分22秒)</a></p>	25	口頭評量：學生是否理解內容並能提出問題	目標二

	<p><b>影片內容討論</b></p> <p>(一) 理解內容提問</p> <p>影片中的 CCUS 是什麼意思?(捕捉、利用、封存)</p> <p>碳捕捉有哪些流程?(抓住→運送→再利用或存起來)</p> <p>抓到的二氧化碳最後去哪裡?(地底下、岩層裡, 或做成產品)</p> <p>(二) 思考分析提問</p> <p>為什麼不能讓工廠直接排放二氧化碳?(會造成全球暖化)</p> <p>為什麼抓住二氧化碳後還要運送?(因為要送到封存地點或工廠再利用)</p> <p>你覺得哪一個步驟最困難?為什麼?(封存最難, 因為要安全保存很久)</p> <p>(三) 生活連結提問</p> <p>我們生活中哪些行為會產生二氧化碳?(開車、開冷氣、用電)</p> <p>學校裡有哪些方法可以減碳?(隨手關燈、節約用水、多走路)</p> <p>如果用二氧化碳做成磚塊, 你願意使用嗎?</p> <p>(四) 延伸創造提問</p> <p>如果你要設計一台抓二氧化碳的機器, 會怎麼做?(放在工廠煙囪旁邊吸走氣體)</p> <p>大自然中有哪些天然碳捕手?(樹木、森林、海洋)</p> <p>除了科技, 我們還能怎麼守護地球?(少浪費、回收、節能)</p>			
合班	<p>三、綜合活動</p> <p>在 CCUS 概念介紹、影片觀賞與討論後, 請學生完成『淨零關鍵捕手』學習單。</p>	10	學習單評量	目標二
<b>單元主題二：二氧化碳的捕捉與應用--從原理到實作</b>				
<b>第一節---二氧化碳的性質與捕捉原理</b>				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標

<p>合班</p>	<p>一、引起動機</p> <p>教師帶領學生回顧自然課曾學過的「二氧化碳」相關知識，進行口頭討論：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 二氧化碳具有什麼特性？（不助燃）</li> <li>2. 二氧化碳遇到澄清石灰水會有什麼變化？</li> <li>3. 二氧化碳可以怎麼產生？</li> <li>4. 我們生活中哪些地方會產生二氧化碳？</li> </ol> <p>透過提問引導學生連結舊經驗，並思考：「我們要如何知道空氣中有沒有二氧化碳？」</p>	<p>5</p>	<p>口頭評量：</p> <p>學生是否可以結合自然課本所學內容</p>	<p>目標三</p>
<p>異質分組(3-5人一組)</p>	<p>二、發展活動</p> <p><b>活動一：檢驗二氧化碳的存在</b></p> <p>活動目標---透過實作觀察，了解澄清石灰水可用來檢驗二氧化碳。 （準備材料有：透明塑膠袋、吸管、澄清石灰水）</p> <p><b>活動流程</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、每組派一位代表操作。</li> <li>2、將少量澄清石灰水放入透明塑膠袋中。</li> <li>3、使用吸管向袋內吹氣。</li> <li>4、觀察石灰水顏色變化，並記錄結果。</li> </ol> <p><b>引導提問</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、吹氣前石灰水是什麼樣子？</li> <li>2、吹氣後石灰水有什麼改變？</li> <li>3、為什麼石灰水會變混濁？</li> <li>4、這代表我們呼出的氣體中含有什麼？</li> </ol> <p><b>教師說明</b></p> <p>當二氧化碳進入澄清石灰水後，會產生碳酸鈣，使石灰水變混濁，表示二氧化碳的存在。</p>	<p>10</p>	<p>實作評量：</p> <p>學生是否能操作實驗並正確記錄</p>	<p>目標三</p>



註：將二氧化碳吹到澄清石灰水中，會讓石灰水變混濁，證明二氧化碳的存在，但是無法將二氧化碳”量化”。因此進行活動二的實驗操作。吹到混濁就停止吹氣，若再繼續吹會沉澱碳酸鈣顆粒變大會沉澱，停止吹氣一會溶液會變得澄清，影響學生觀察。

### 活動二：測量二氧化碳的濃度

活動目標---了解除了觀察變化外，也可利用儀器測量二氧化碳含量。  
 準備材料有：透明塑膠袋、吸管、十合一空氣品質檢測儀(含二氧化碳檢測)

20

#### 活動流程

- 1、教師介紹空氣品質檢測儀功能與操作方式。
- 2、將檢測儀放入透明塑膠袋中。
- 3、先觀察並記錄吹氣前袋內二氧化碳數值。
- 4、每組派一位學生對袋內吹氣。
- 5、再次觀察吹氣後二氧化碳數值變化。
- 6、各組將數據記錄於黑板統計表與學習單。



組別	吹氣前袋內二氧化碳濃度	吹氣後袋內二氧化碳濃度

註：十合一空氣品質檢測儀可以偵測空品 AQI、甲醛、揮發性氣體、pm2.5、pm10、一氧化碳、二氧化碳、溫度、濕度，網路平台皆可購得，一台價格約 600 元。



	<p>三、綜合活動</p> <p>教師進行總結。課堂上利用實驗操作學到兩種檢驗二氧化碳的方法：</p> <p>1、澄清石灰水法(質化方法)：可以知道二氧化碳是否存在。</p> <p>2、儀器測量法(量化方法)：可以知道二氧化碳濃度高低，將氣體含量量化。</p> <p>科學家會依不同需求，使用不同方法來檢測空氣品質，這也是未來碳捕捉技術的重要基礎。</p> <p>註:單元主題二的實驗操作以小組為單位，實驗過程中的數據除了呈現在黑板上，小組也記錄在『碳捕捉裝置實作活動』學習單中，最後也要進行小組自評。</p>	5	學習單評量	目標三
<b>第二節---二氧化碳捕捉裝置的設計與製作</b>				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機</p> <p>上節課學習到，呼出的氣體會讓澄清石灰水變混濁，也學會用儀器測量二氧化碳濃度。</p> <p>如果石灰水會和二氧化碳產生變化，它能不能幫忙把空氣中的二氧化碳抓住呢？如果可以，未來也許能應用在工廠、發電廠，減少空氣污染與全球暖化。</p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=PS0YjzDIkq0">生成「碳酸鈣」可回收再利用 減碳量驚人【發現科學】</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=PS0YjzDIkq0">https://www.youtube.com/watch?v=PS0YjzDIkq0</a></p> <p>(影片長度 4 分 0 秒)</p> <p>影片提問：</p> <p>1、影片中的二氧化碳最後變成了什麼？</p> <p>2、為什麼把二氧化碳變成材料有幫助？</p>	5	觀察評量：觀察學生觀看影片時是否專注，並能參與後續討論。	目標四

<p>異質分組(3-5人一組)</p>	<p>3、我們能不能用石灰水模擬這項技術？</p> <p>二、發展活動</p> <p>石灰水真的可以降低二氧化碳濃度嗎？</p> <p><b>活動一：認識科學原理</b></p> <p>石灰水與二氧化碳反應式的介紹</p> $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O}$ <p>前面教學活動介紹，檢驗二氧化碳的存在通常會使用澄清石灰水，當澄清石灰水變混濁時，即代表該氣體為二氧化碳。二氧化碳與澄清石灰水反應會生成碳酸鈣和水，代表二氧化碳被留下來了。</p> <p>註：1、反應式為國中程度，因此教師只要強調石灰水與二氧化碳作用後會生成碳酸鈣與水。運用這個原理來驗證石灰水是否能捕捉二氧化碳。</p> <p>2、教師同時可以使用石蕊試紙與廣用試紙檢測溶液的酸鹼性，原本石灰水是鹼性，吹入二氧化碳後，最終溶液會變成中性或微酸性。</p> <p><b>活動二：設計捕碳裝置</b></p> <p>挑戰任務——請各組設計一套裝置，驗證石灰水是否能降低二氧化碳濃度。</p> <p><b>教師引導提問</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 要怎麼知道二氧化碳變少了？→ 需要測量工具。</li> <li>2. 要怎麼集中氣體？→ 需要容器。</li> <li>3. 要怎麼讓氣體通過石灰水？→ 需要導管或吸管。</li> <li>4. 怎麼讓實驗公平？→ 吹氣時間、石灰水量要相同。</li> <li>5. 要如何設計簡單有效的實驗測量裝置呢？→ 是可以有需多不同的工程設計方式喔！</li> </ol> <p><b>活動三：實驗操作與測量</b></p> <p>材料——塑膠瓶(打孔瓶蓋)、吸管、導管、錐形瓶、澄清石灰水 100c. c.、二氧化碳檢測儀</p> <p><b>操作步驟</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、各組組裝裝置。</li> </ol>	<p>30</p> <p>實作評量：學生完成實驗操作，並記錄實驗</p> <p>口頭評量：學生能說出實驗結果</p>	<p>目標四</p>
---------------------	---	--	------------

- 2、測量實驗前 CO<sub>2</sub> 數值。
- 3、吹氣 30 秒，使氣體通過石灰水，測量實驗後 CO<sub>2</sub> 數值。
- 4、重複 3 次並記錄。

#### 活動四：數據整理與分析

##### ♣實驗二：測試石灰水吸收二氧化碳效果

	吹氣前儀器 A 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣前儀器 B 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣後儀器 A 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣後儀器 B 罐子裡的二氧化碳濃度
第一次				
第二次				
第三次				
平均				

根據各組實驗數據進行討論

1. 二氧化碳數值有下降嗎？
2. 平均下降多少？
3. 為什麼不同組結果不同？
4. 各組的實驗裝置或是數據收集方式有無需要調整的地方？



實驗操作提醒：

- (1) 實驗前先確認儀器 A 與儀器 B 兩個瓶子中二氧化碳濃度接近。
- (2) 每組派一位學生負責吹氣，第一次吹氣時，吹氣超過 30 秒後再開始進行儀器數據判讀，每次需同時記錄儀器 A 與儀器 B 的數據，紀錄 3 次後計算平均。
- (3) 教師若無適合的玻璃罐，可以直接使用小塑膠袋來取代玻璃罐。

合班

#### 三、綜合活動

進行實驗總結，由實驗數據可判斷，二氧化碳與澄清石灰水作用後，二氧化碳濃度會降低，顯示石灰水可以降低二氧化碳濃度。科學家正利用類似原理發展減碳技術，幫助地球更永續。

5

口頭評量：目標四  
鼓勵學生說出實驗結論

第三節---降低二氧化碳的方法探究

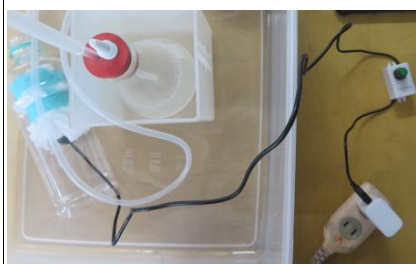
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機</p> <p><a href="#">「開冷氣不開窗」CO<sub>2</sub>超標 國小擬裝空氣置換機   華視新聞 20230821</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=xj-GcGhgZ6I">https://www.youtube.com/watch?v=xj-GcGhgZ6I</a> (影片長度 2 分 19 秒)</p> <p>班班有冷氣後，環保局抽檢國中小教室，有多間學校教室二氧化碳濃度超標。環保署指出室內空氣品質中的空氣不良指標之一為「二氧化碳濃度過高」，其標準值為 1000 ppm (每百萬分之一千)。當二氧化碳濃度超過此標準時，可能對人體健康產生不良影響，並造成空氣品質不佳。</p>	5	觀察評量： 觀察學生觀看影片時是否專注，並能參與後續討論。	目標五
異質分組(全班分3組)	<p>二、發展活動</p> <p>(一)教師出示空氣品質檢測儀，現場量測教室二氧化碳濃度，並提問：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>「如果教室的二氧化碳過高，會發生什麼事？」</li> <li>「我們有沒有辦法像科學家一樣，把二氧化碳『抓住』？」</li> </ul> <p>接著老師給學生任務：「你們是一位小小環境工程師，設計一個可以降低二氧化碳的裝置！」</p> <p>(二)實驗操作：</p> <p>1、捕捉二氧化碳裝置的設計---<u>裝置二</u></p> <p>(準備材料有：塑膠盒、吸管、導管、錐形瓶、澄清石灰水、十合一空氣品質檢測儀、電動打氣幫浦、大塑膠袋)</p> <p>前一節實驗可證明石灰水可以將低二氧化碳濃度，透過新聞事件中提到教室二氧化碳濃度超標的問題，教師透過提問引導學生設計實驗裝置，證明可用來降低空氣中的二氧化碳濃度。</p> <p>問題一：新聞中提到，教室內二氧化碳濃度為何會超標？(因為空氣不流通)對人體有何影響？(會使人容易昏睡)</p> <p>問題二：解決教室內二氧化碳濃度超標可以怎麼做？(教室窗戶要開一個縫保持流通、加裝空氣交換機…)</p>	30	實作評量： 學生完成實驗操作，並記錄實驗及果且能口頭回答問題	目標五
			口頭評量： 學生能說出實驗設計的原理	

問題三：如果我們將實驗裝置放在教室內，不斷讓教室內空氣與錐形瓶中的石灰水作用，猜猜看會發生甚麼狀況？（可以降低二氧化碳濃度）

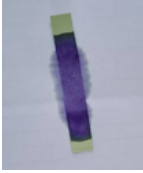
問題四：教室內空氣是流動的，我們如何證明實驗裝置能起作用？（可以先進行模擬實驗）

## 2、實驗操作：

- (1) 準備一個大塑膠袋，可以裝下實驗裝置，模擬教室內空間。
- (2) 前面的實驗是透過學生吹氣來測二氧化碳與石灰水作用前後濃度變化。此組實驗是要模擬空氣不流通的教室內，實驗裝置運作的情況，因此採用電動打氣幫浦取代人吹氣，讓電動打氣幫浦不斷在袋子內將空氣打入錐形瓶中的石灰水與之作用。
- (3) 先將袋子裝滿環境空氣，將實驗裝置放在塑膠袋裡，袋口抓住，再利用吸管對著袋子吹氣，之後將袋口綁緊，僅留電動打氣幫浦的電源線連接插座。
- (4) 先測量袋內二氧化碳濃度，再開啟電動打氣幫浦，讓電動打氣幫浦運作 20 分鐘，紀錄 20 分鐘後袋內二氧化碳濃度。
- (5) 教師在黑板上畫簡易表格，每組派一位學生將實驗數據紀錄於黑板上。
- (6) 實驗後的石灰水處理掉之前先用廣用試紙測酸鹼值。(理論上石灰水會呈鹼性)



將實驗裝置與電動打氣幫浦一起裝在袋子裡，模擬空氣不流通的教室，讓電動打氣幫浦不斷在袋子內將空氣打入錐形瓶中的石灰水與之作用，觀察實驗前後二氧化碳濃度變化。

	 <p>(廣用試紙檢測溶液酸鹼性照片)</p> <p>過量的二氧化碳通入石灰水後，溶液會變混濁，並且溶液鹼性會逐漸減弱，成中性或弱酸性，可以使用廣用試紙進行檢測。</p>			
	<p>三、綜合活動</p> <p>進行總結。實驗證明，裝置二透過電動打氣幫浦不斷將空氣中的二氧化碳打入石灰水中與之作用，可以降低密閉環境中二氧化碳濃度，將此裝置運用在教室中，應該可以減低教室內二氧化碳濃度。<b>註：本課程以石灰水作為「模擬碳捕捉原理」材料，協助學生理解化學吸收法概念。</b></p>	5	口頭評量： 鼓勵學生說出實驗結論	目標五
<b>第四節——捕捉後產物的應用與再利用</b>				
分組方式	教學活動	時間	評量方式	學習目標
合班	<p>一、引起動機</p> <p><a href="#">美研發吸碳石灰石 目標年消除 10 億噸二氧化碳   20231030 公視晚間新聞</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=WY3kEYSY2FI">https://www.youtube.com/watch?v=WY3kEYSY2FI</a> (影片長度 2 分 32 秒)</p> <p>美國加州一家新創公司利用技術製作出大氣層裡的吸碳海綿加快石灰石吸碳的能力，且目標是 2035 年，每年可消除 10 億噸二氧化碳。</p>	3	觀察評量： 觀察學生觀看影片時是否專注，並能參與後續討論。	目標六
合班	<p>二、發展活動</p> <p>1、由新聞議題討論，世界各國都在努力發明減碳、捕碳技術，身為學生，我們可以從那些方面做起？</p> <p>學生可以使用學校平板連結以下資料進行參考</p> <p><a href="#">對抗氣候變遷：生活中可以做到的 9 個節能減碳方法 - Greenpeace 綠色和平   臺灣</a></p> <p><a href="#">對抗氣候變遷沒有你想得難！13 個節能減碳生活妙招   Louis Wei   ESG 遠見</a></p> <p>2、將實驗裝置改成更大的容器，裝 600c. c. 澄清石灰水，接上電動打</p>	30	實作評量： 學生完成實驗操作，並記錄實驗	目標六
			口頭評量： 學生能說出實驗設計原理	

氣幫浦，放置於教室窗台運轉。各組輪流，每節下課測石灰水的酸鹼值，直到石灰水溶液呈中性。



實驗裝置運轉前，石灰水呈鹼性



實驗裝置運轉幾小時後，石灰水會逐漸呈中性

3、理論上教室內實驗裝置運轉一段時間後，石灰水溶液會呈中性。全班學生進行討論，可以將中性石灰水做何運用？讓實驗後廢棄液體可再利用。

問題一：我們要如何證明中性石灰水溶液不會對環境造成汙染？（拿來澆植物看植物的生長）

問題二：拿來澆植物要如何證明植物的生長跟中性石灰水有關？（要有實驗組和對照組）

問題三：拿兩盆當實驗組和對照組就可以了嗎？（植物的生長較複雜，要多幾盆做比較整體的生長狀況）

4. 各組學生討論要種植的植物是什麼？並設計出實驗組與對照組。

合班

### 三、綜合活動

1、教師引導學生回顧本單元學習內容，包括二氧化碳的來源、影響、捕捉方式與再利用方法。

2、發下「減碳行動家學習單」，請學生書寫本次課程的學習收穫，並

7

學習單評  
量  
實驗記錄

Classroom

目標  
六

思考自己在日常生活中可實踐的減碳行動。

3、鼓勵學生訂定個人一週減碳目標，將課堂所學延伸至生活實踐。

#### 四、課後作業

1、讓學生進行任務分派，選出每組派一位負責下課時間測石灰水的酸鹼。

2、每組派兩位學生每週固定時間進行植物的觀察與紀錄，並上傳到 Classroom，教師並於四週後在 Classroom 公布實驗結果。

以下是教師已預先進行的實驗設計與觀察結果



**澆自來水**

植物高度介於 5~8 公分



**澆中性石灰水**

植物高度介於 6~8 公分

註：中性石灰水的製作、種植植物、替植物澆水，可以利用晨間或下課時間進行，學生將記錄上傳 classroom，老師在觀察一段時間後再利用課堂時間進行總結。如果中性石灰水拿來澆植物，對植物的生長與教自來水沒有大大的差異，就代表實驗裝置放在教室中運轉，既可以降低二氧化碳濃度，實驗後的廢棄液體還可以拿來再運用，回歸大自然，減碳又環保。

透過本課程，學生不僅理解二氧化碳對環境的影響，更透過實際操作與探究，體驗科學如何應用於解決真實問題。期望學生能將所學延伸至日常生活，培養主動關心環境與實踐永續行動的態度。

# 地球發燒了!!!

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_

文章來源：[溫室效應是什麼？溫室氣體有哪些？與全球暖化有什麼關係？有哪些解決方案？ - Greenpeace 綠色和平 | 臺灣](#)

\*請閱讀完文章後，根據文章的介紹回答下列問題

一、 常見造成溫室效應的溫室氣體有哪些？

二、 觀察近代氣溫的變化，大概從十九世紀開始，氣溫有明顯的上升，造成此現象的最大原因是甚麼？

三、 當地球氣溫越來越高，對環境會造成甚麼影響？

四、 要減緩全球暖化，首先要先減少二氧化碳的排放，可以從那些方面做起呢？

# 淨零關鍵捕手

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_ 座號：\_\_\_\_\_

1. CCUS 是幫助地球做什麼的技術？

- 製造更多電力       減少二氧化碳排放       製造更多汽車

2. 碳捕捉的流程，請依順序填入：

- ① \_\_\_\_\_      ② \_\_\_\_\_      ③ \_\_\_\_\_

3. 哪些地方會排放較多二氧化碳？（可複選）

- 工廠       發電廠       汽車       森林

4. 捕捉到的二氧化碳可以怎麼處理？（寫出兩種）

① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

5. 影片介紹了哪些碳捕捉方法？（寫出兩種）

① \_\_\_\_\_

② \_\_\_\_\_

6. 寫下今天最重要的收穫：

## 碳捕捉裝置實作活動

組別：\_\_\_\_\_ 組員：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_

### 實驗一：測試吹氣前後袋內二氧化碳濃度變化

吹氣前，袋內二氧化碳濃度	吹氣後，袋內二氧化碳濃度

### 實驗二：測試石灰水吸收二氧化碳效果

	吹氣前儀器 A 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣前儀器 B 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣後儀器 A 罐子裡的二氧化碳濃度	吹氣後儀器 B 罐子裡的二氧化碳濃度
第一次				
第二次				
第三次				
平均				

### 實驗三：降低密閉空間二氧化碳

電動打氣幫浦運作前，袋內二氧化碳濃度	電動打氣幫浦運作 20 分鐘後，袋內二氧化碳濃度

實驗後的石灰水呈\_\_\_\_\_性

### 實驗四：製作中性石灰水

放在教室窗台運轉的實驗裝置，石灰水從鹼性到呈中性，大約需要花\_\_\_\_\_小時。

	第一次	第二次	第三次	平均
石灰水呈中性的時間				

### 3 小組評量表

評量項目	優良 (4)	良好 (3)	基礎 (2)	待加強 (1)	得分
科學原理應用	能清楚說明 CO <sub>2</sub> 捕捉原理並正確應用	能部分說明原理	理解片段概念	無法說明	
裝置設計	結構完整且有效運作	可運作但不穩定	需協助才能完成	無法完成	
數據紀錄	紀錄完整且有分析	有紀錄但未分析	紀錄不完整	無紀錄	
合作學習	組員積極參與並分工明確，合作良好	大致能合作完成任務	部分成員參與度不足	缺乏合作，影響活動進行	

總分：\_\_\_\_\_ / 16 分

教師回饋：

小組自評：

我們這次表現最好的是：\_\_\_\_\_

下次可以再改進的是：\_\_\_\_\_

# 減碳行動家學習單

班級：\_\_\_\_\_ 姓名：\_\_\_\_\_

## 一、課程活動中的收穫

1. 我學到最重要的事情是：

---

2. 讓我最驚訝或印象最深刻的是：

---

3. 我知道二氧化碳和我們生活的關係是：

---

## 二、我是減碳行動家 請勾選你願意做到的減碳行動（可複選）：

- 隨手關燈，節約用電
- 自備水壺、餐具，減少垃圾
- 少搭電梯，多走樓梯
- 搭乘大眾運輸工具或步行
- 冷氣設定適當溫度（26~28度）
- 多開窗通風，保持空氣流通
- 珍惜食物，不浪費食物
- 做好資源回收
- 種植植物，愛護環境

## 三、我的減碳承諾

這週我要做到的3件減碳行動：

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

★ 回家和家人分享學到的「減碳方法」，並一起完成一件減碳行動。

我完成了！ 家長簽名：\_\_\_\_\_