

單元名稱	減碳科技新未來	適用年級	六年級
		教學時間	160 分鐘，共 4 節。
單元主題	1. 認識二氧化碳與氣候變遷 2. CCUS 是什麼？ 3. 碳利用與封存 4. CCUS 與未來減碳科技	教材來源	經濟部能源署 工業技術研究院 台塑企業官網 康軒電子書、翰林電子書、南一電子書
		設計者	張珈綺
教學準備	1. 實驗材料： 主題一：小蘇打、醋、廣口瓶、塑膠袋、線香、 主題二：石灰水（氫氧化鈣溶液）、吸管、透明塑膠杯 主題三：空寶特瓶、有沒氣汽水的寶特瓶、細水管、小蘇打粉、醋（提供 CO ₂ ） 主題四：海報紙、繪圖工具、平板(用來搜尋相關資訊) 2. 學習單、影片。		
學生 先備經驗	學生在五年級時已學習： 1. 空氣的基本組成（氮氣 78%、氧氣 21%、二氧化碳 0.04%）。 2. 燃燒與氣體變化（了解燃燒產生 CO₂，並影響環境）。 3. 環境議題與氣候變遷（人類活動對環境的影響，如溫室效應）。 4. 簡單的實驗技能（能進行觀察、記錄、分析實驗結果）。		
核心素養		學習表現	學習內容
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。		tr-III-1 能將自己及他人所觀察、記錄的自然現象與習得的知識互相連結，察覺彼此間的關係，並提出自己的想法及知道與他人的差異。 tm-III-1 能經由提問、觀察及實驗等歷程，探索自然界現象之	INa-III-4 空氣由各種不同氣體所組成，空氣具有熱脹冷縮的性質。氣體無一定的形狀與體積。 INb-III-2 應用性質的不同可分離物質或鑑別物質。

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。 自-E-C1 培養愛護自然、珍愛生命、惜取資源的關懷心與行動力。	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。 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。 pa-III-2 能從（所得的）資訊或數據，形成解釋、發現新知、獲知因果關係、解決問題或是發現新的問題。並能將自己的探究結果和他人的結果（例：來自同學）比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。 ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。	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。 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。
---	---	---

學習目標

一、 整體單元目標

1. 認識二氧化碳的來源與影響，理解 CO₂ 與氣候變遷的關聯。
2. 了解 CCUS 技術（碳捕集、利用與封存）的基本概念與應用範圍。
3. 學習 CO₂ 捕集技術，透過實驗模擬 CO₂ 檢測與捕集方式。
4. 探索 CO₂ 的利用與封存，了解如何將 CO₂ 轉化為有用的資源或安全儲存。
5. 思考未來減碳科技與 CCUS 的挑戰，發展環保意識與創新思維。

二、 各課程目標

1. 認識二氧化碳與氣候變遷

- 了解 CO₂ 來源與排放，並能列舉日常生活的 CO₂ 排放活動。
- 透過實驗觀察 CO₂ 的產生，並思考 CO₂ 對環境的影響。
- 初步討論減少 CO₂ 的方法，為 CCUS 概念做鋪墊。

2. CCUS 是什麼？捕集 CO₂ 的方法

- 了解 CCUS 的基本概念（捕集、利用、封存）。
- 認識三種主要碳捕集技術（燃燒前、燃燒後、直接空氣捕集）。
- 透過石灰水檢測 CO₂ 實驗，學習 CO₂ 捕集技術的原理。

3. 碳利用與封存—如何把 CO₂ 變廢為寶？

- 了解 CO₂ 可應用於食品、建材、農業與能源領域。
- 透過實驗觀察 CO₂ 進入液體後產生氣泡（氣泡水實驗）。
- 認識 CO₂ 封存技術（地質封存、海洋封存、礦物封存）。

4. CCUS 與未來減碳科技（CCUS 主題收尾）

- 總結 CCUS 的完整流程與影響。
- 了解未來減碳科技（人工光合作用、碳捕集建材等）。
- 討論 CCUS 的挑戰與未來發展，並思考個人如何參與環保行動。

主題一、認識二氧化碳與氣候變遷

教學活動	時間
一、引起動機 1. 回顧空氣的組成（氮氣 78%、氧氣 21%、二氧化碳 0.04%） 2. 問題引導： （1）你認為空氣中的二氧化碳多還是少？ （2）二氧化碳是如何產生的？我們的生活中有哪些行為會排放 CO₂？ 3. 揭示本課主題：「今天我們要來動手做實驗，觀察二氧化碳的產生，並思考它對環境的影響！」	5'
二、發展活動 1. 討論日常 CO₂ 來源 （1）小組討論： 學生分組，列舉生活中產生二氧化碳的行為（例如：人類呼吸、燃燒木材、汽車排放、工廠生產等）。	8'

(2)全班分享 老師整理學生的回答，並補充說明這些行為如何影響環境。 2. 二氧化碳製造 (1) 準備材料：小蘇打、醋、廣口瓶、塑膠袋、線香。 (2) 實驗步驟： 甲、在廣口瓶內加入 100 ml 醋。 乙、在廣口瓶內加入 2 湯匙小蘇打(瓶內有氣泡出現)。 丙、等待幾秒後，將塑膠袋覆蓋在瓶口，使 CO₂ 進入袋中，然後小心封口取出。 丁、線香檢測塑膠袋內氣體 (CO₂不助燃，線香會熄滅)。 (3) 學生分享觀察到的現象 (如產生氣泡、氣體無色無味、線香熄滅)。 3. 教師補充： (1) 小蘇打 + 醋 → 產生二氧化碳氣體 (2) CO₂ 會使線香熄滅，因為它 不助燃。 (3) 這些氣體也存在於我們的環境中，影響氣候變遷。	17' 5'
三、綜合活動 1. 老師提問，讓學生思考： (1) 我們的實驗中製造的 CO₂ 最後會跑去哪裡？ (2) 如果全世界每天都產生大量 CO₂，會發生什麼事？ (3) 你覺得有哪些方法可以減少 CO₂ 排放？ 2. 老師說明 CCUS 技術的概念 (簡單帶過，為下堂課做鋪墊)。	5'
主題二、CCUS 是什麼？捕集 CO₂ 的方法	
教學活動	時間
一、引起動機 1. 回顧上節課內容(問題引導)： (1) 老師提問：「我們的生活中產生了很多 CO₂，你覺得這些 CO₂ 會去哪裡呢？」 (2) 引導學生思考：「如果我們可以捕集 CO₂，它還能用來做什麼呢？」(讓學生自由發想，並記錄) 2. 老師補充說明：「科學家開發了一種方法叫做 CCUS (碳捕集、利用與封存)，也是我們今天的課程主題」	5'

二、發展活動

1. CCUS 概念介紹

(1) 介紹 CCUS (用簡單的方式讓學生理解)：

C(Carbon Capture)捕集：把 CO₂ 從空氣或工廠排放中收集起來。

U(Utilization)利用：將 CO₂ 用於工業、農業或生產產品

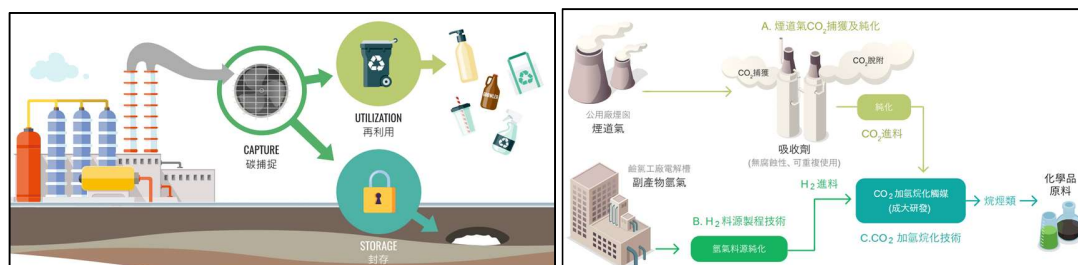
S(Storage)封存：把 CO₂ 存放在地底，防止它進入大氣。

(2) 介紹三種主要碳捕集技術：

燃燒前捕集：改變燃料結構，減少 CO₂ 產生。

燃燒後捕集：在排放前用化學物質吸收 CO₂。

直接空氣捕集：像「空氣濾網」一樣直接從大氣捕集 CO₂



(圖片擷取自台朔企業官網)

(3) 觀看 2 分鐘短影片(二氧化碳捕捉及封存)，觀看後提問。

(https://youtu.be/objq_fBby78?si=E172vYnKI9KtS7E2)

問題：影片中提到哪些方法可以捕集 CO₂？這些方法可能會遇到什麼困難？

2. 石灰水檢測 CO₂

(1) 材料：石灰水 (氫氧化鈣溶液)、吸管、透明塑膠杯。

(2) 步驟：

甲、每組在杯中加入 100ml 的石灰水

乙、用吸管吹氣進入石灰水 (模擬二氧化碳進入液體)

丙、觀察石灰水變白，組內分享 CO₂ 與石灰水發生的反應。

丁、討論這種方法是否可用於減少大氣中的 CO₂。

3. 分享實驗結果與討論

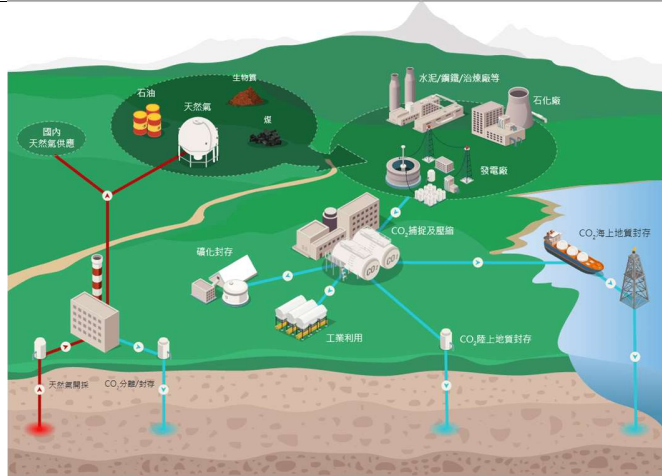
(1) 學生發表觀察到的變化，並提出疑問。

S1. 石灰水變白了，代表 CO₂ 真的進入水中！

S2. 這樣的方法可以讓 CO₂ 不再進入空氣嗎？

(2) 老師補充說明： T1. 這種方法屬於「燃燒後捕集技術」的一部分，工業上會使用更高效的方式吸收 CO₂。 T2. 但捕集 CO₂ 之後，還需要考慮如何封存或再利用，這就是 CCUS 的完整概念！	
三、綜合活動 1. 老師提問，引導學生思考： (1) 「若我們能從空氣中捕集 CO₂，你覺得可以怎麼利用它？」 (引導到下一堂課的「CO₂ 利用與封存」)。 (2) 「若人類發明更好的 CCUS 技術，對環境會有什麼影響？」 (3) 「你認為這些技術有什麼限制嗎？」 (引導學生思考成本、效率、環境影響) 2. 預告下一堂課： 「我們學會了捕集 CO₂，下堂課我們將學習把它變廢為寶！」	5'
主題三、碳利用與封存：如何把 CO ₂ 變廢為寶？	
教學活動	時間
一、引起動機 1. 回顧上節課內容（問題引導）： 「上節課我們學會了如何捕集 CO₂，接下來的問題是：這些 CO₂ 應該怎麼辦？」 (引導學生思考「CO₂ 可以利用嗎？還是只能封存起來？」) 2. 引出本堂課主題： 「CO₂ 其實不只是『廢氣』，科學家已經找到很多方法讓它變廢為寶，今天我們就來看看怎麼做！」	5'
二、發展活動 1. 介紹 CO₂ 可用於哪些產業： • 食品飲料：可樂、氣泡水等（CO₂ 讓飲料變得有氣泡）。 • 工業製造：用 CO₂ 製造水泥、塑膠等產品。 • 農業應用：CO₂ 可用於溫室種植，加速植物生長。 • 燃料與能源：轉化為生物燃料，變成環保能源。	8'

2. 觀看短影片(https://www.youtube.com/watch?v=Tbycomh7-Js) (1) 示範 CO₂ 如何變成有用產品 (例如碳酸飲料、水泥、燃料等) (2) 提問討論： Q1：「你覺得哪種方法最有趣？為什麼？」 Q2：「如果我們能利用 CO₂，是否能減少空氣污染？」 3. 利用二氧化碳幫汽水打氣 (1) 材料：空寶特瓶、有沒氣汽水的寶特瓶、細水管、小蘇打 (碳酸氫鈉)、醋 (提供 CO₂) (2) 步驟： 甲、將兩個有瓶蓋的寶特瓶蓋子鑽洞，並用細水管連接。 乙、在空寶特瓶內加入醋和小蘇打粉。 丙、靜置觀察汽水變化。 丁、將汽水倒出觀察氣泡變化。	10'
4. 分享實驗結果與討論 (1) 學生發表實驗結果： S1：「這和市售的汽水一樣很多氣泡。」 S2：「如果 CO₂ 可以被這樣利用，那是不是能幫助環境呢？」 (2) 老師提問，引導學生思考： 「如果 CO₂ 可以用來製造食物，還能在哪些地方應用？」	5'
5. CO₂ 的封存技術 (1) 介紹 CO₂ 封存方法 - 地質封存：將 CO₂ 注入地底深處，儲存於岩層中。 - 海洋封存：將 CO₂ 注入海底，溶解在深海中。 - 礦物封存：讓 CO₂ 與特定礦石反應，變成固體存放。 (2) 圖片示範封存技術： - 讓學生觀看不同封存方式的示意圖，理解其運作原理。	7'



(圖片擷取自台朔企業官網)

(3) 小組討論：

- 「哪種封存方式最安全？為什麼？」
- 「封存 CO₂ 會不會有風險？如果洩漏會怎麼樣？」

三、綜合活動

1. 老師提問，引導學生思考：

- 「如果 CO₂ 可以變成有用的產品，我們是否還需要封存它？」
- 「你認為未來我們會更多利用 CO₂，還是主要封存？」
- 「如果你是科學家，你會怎麼設計新的 CO₂ 應用方式？」

2. 預告下一堂課：

- 「我們學會了捕集、利用、封存 CO₂，下一堂課，我們將討論 氣候變遷與 CCUS 的未來！」

主題四、CCUS 與未來減碳科技

教學活動

時間

一、引起動機

回顧 CCUS：

- 老師提問：「我們已經學會了捕集、利用、封存 CO₂，那麼這些技術可以讓地球變得更環保嗎？」
- 學生自由發表想法（老師可在黑板上記錄關鍵詞）。

引出本堂課主題：

- 「CCUS 是現在重要的減碳技術，但還有哪些新的方法可以減少 CO₂ 呢？今天我們

來看看未來的減碳科技！」	
二、發展活動 1. 介紹未來減碳科技 (1) 介紹 3 種新興減碳技術： ● 人工光合作用：利用人造裝置像植物一樣吸收 CO₂，製造氧氣與燃料。 ● 碳捕集建材：將 CO₂ 變成「會吸收碳的水泥」，讓建築物變成減碳工具。 ● 工業碳轉化技術：讓工廠的 CO₂ 直接變成有用的材料，如塑膠或燃料。 (2) 播放影片 (https://www.youtube.com/watch?v=sXXX9KzpvY) 讓學生認識減碳技術對於環境的重要性。 (3) 提問討論： Q1：「哪種技術最有趣？為什麼？」 Q2：「這些技術如何幫助地球減少 CO₂？」 2. 設計未來減碳科技 (1) 老師說明活動規則： ● 每組學生設計一種新的減碳科技，並畫出簡單的設計圖。 ● 可以改良現有技術，或完全發明新的概念。 (2) 學生分組討論 ● 討論要解決的問題（如減少空氣中的 CO₂、製造綠色能源等）。 ● 發想解決方案，並在白紙上畫出設計圖。 (3) 學生發表 ● 每組簡單介紹他們的發明。 ● 其他學生可以提出問題或建議。	10' 10'
3. CCUS 與未來的挑戰 (1) 討論 CCUS 的優勢與限制 ● 優勢：可以幫助減少 CO₂，改善氣候變遷。 ● 限制：技術成本高，封存 CO₂ 可能有風險。 (2) 提問討論： ● 「如果 CCUS 成本降低，你覺得世界會怎麼改變？」 ● 「有哪些挑戰讓 CCUS 無法大規模使用？」	10'

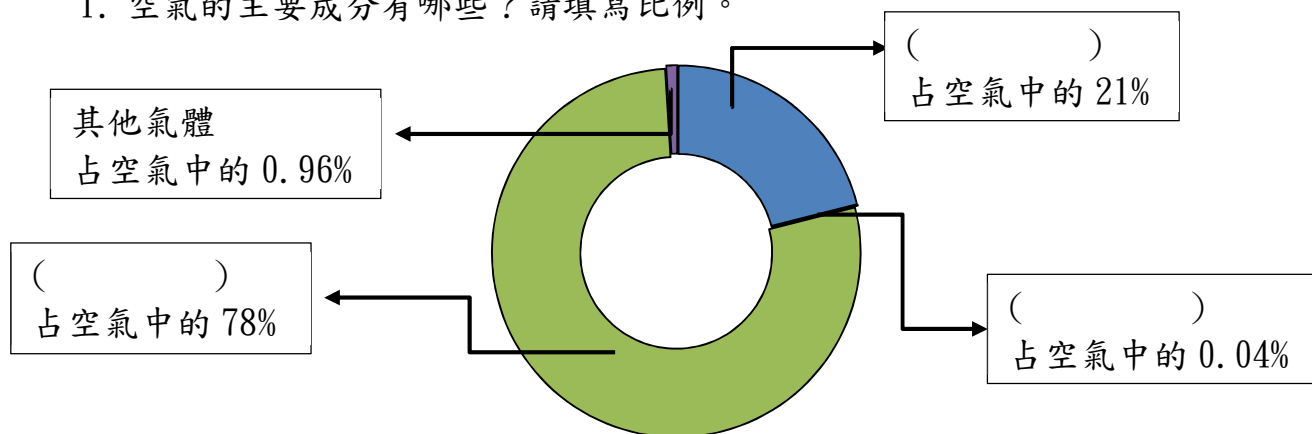
● 「你認為政府應該如何推動減碳技術？」	
三、綜合活動 1. 老師提問，引導學生思考： ● 「如果我們的城市能夠利用這些技術，未來會變得怎麼樣？」 ● 「你覺得我們可以從日常生活做什麼來減少 CO₂？」 2. 老師進行 CCUS 主題總結： ● 「CCUS 是目前減碳的一種技術，但它 不是唯一解方，我們還需要其他環保行動！」 ● 「科學家在努力減碳，但我們每個人也能從生活中做起，讓地球變得更好！」	5'

認識二氧化碳與氣候變遷

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

一、回顧與討論

1. 空氣的主要成分有哪些？請填寫比例。



2. 生活中哪些活動會產生 CO_2 ？答：_____

3. CO_2 增加會對地球環境造成什麼影響？答：_____

二、實驗記錄

• 觀察前：請預測會發生什麼變化？

預測：_____

• 過程記錄：(請繪圖或以文字描述實驗過程的觀察內容)

• 線香測試結果：_____

• 討論：這個實驗如何證明 CO_2 存在？

答：_____

三、延伸思考

• CO_2 無色無味，我們該如何檢測它？答：_____

• 你覺得 CO_2 濃度越來越高，會影響哪些生物？

答：_____

CCUS 是什麼？捕集 CO₂ 的方法

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

一、CCUS 介紹

1. CCUS 是什麼？（請用自己的話簡單描述）

答：_____

2. 三種碳捕集技術分別是什麼？請簡單說明

答：_____

二、實驗記錄（石灰水檢測 CO₂）

- 步驟記錄（請畫出並寫下實驗步驟）

- 實驗結果：石灰水發生了什麼變化？

答：_____

- 討論：為什麼石灰水變白代表 CO₂ 的存在？

答：_____

三、延伸思考

- 你認為捕集 CO₂ 會有哪些挑戰？

答：_____

- 如果你是科學家，你會如何改進 CO₂ 捕集技術？

答：_____

碳利用與封存—如何把 CO₂ 變廢為寶？

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

一、CO₂ 利用方式

1. 請列舉三種 CO₂ 可以應用的方式。

答：_____

2. 你覺得哪種應用最有趣？為什麼？

答：_____

二、實驗記錄 (CO₂ 讓汽水產生氣泡)

- 步驟記錄 (請畫出並寫下實驗步驟)

- 實驗結果：氣泡產生的狀況如何？

答：_____

- 討論：這個實驗如何顯示 CO₂ 的應用價值？

答：_____

三、封存技術

- CO₂ 封存有哪些方式？答：_____

- 哪種封存方式最適合台灣？為什麼？

答：_____

四、延伸思考

- 如果 CO₂ 可以被大量利用，還需要封存嗎？

答：_____

CCUS 與未來減碳科技

班級：_____ 座號：_____ 姓名：_____

一、CCUS 總結

1. 請簡單描述 CCUS 的三個步驟。

答：_____

2. 你覺得 CCUS 哪個部分最重要？為什麼？

答：_____

二、未來減碳技術

1. 介紹三種新興減碳技術（請列舉）。

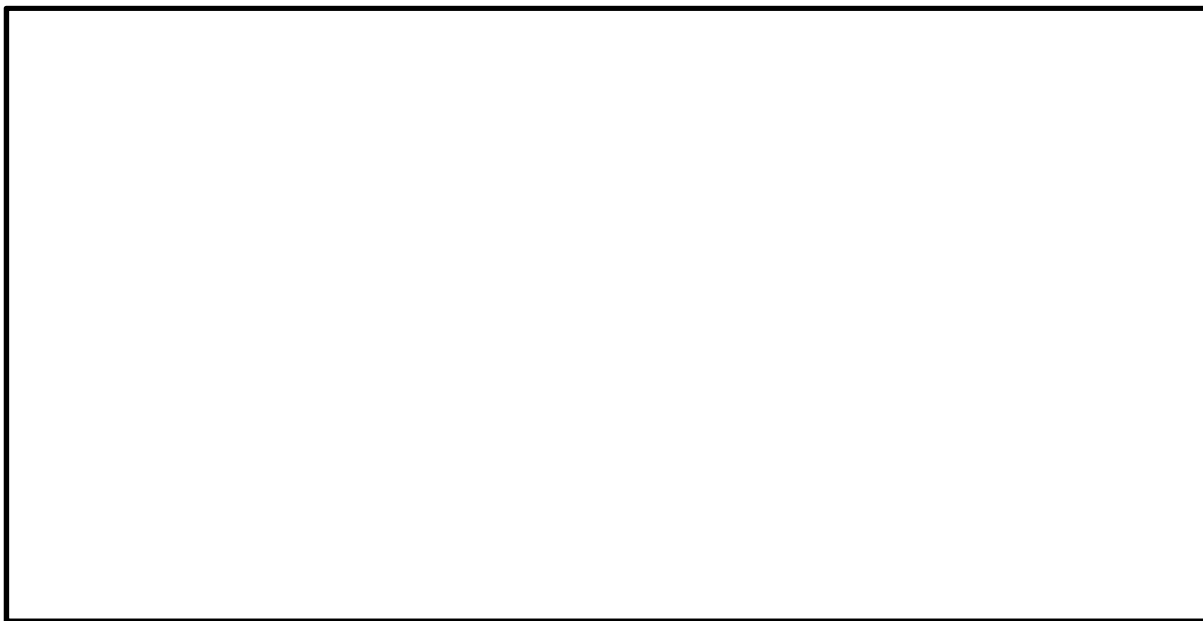
答：_____

2. 你覺得哪種技術最有潛力？請解釋原因。

答：_____

三、創意發想

- **活動：** 設計你的未來減碳科技！
（畫出設計圖，並簡單說明它的功能。）



- 討論： 如果這項技術成功，世界會有什麼改變？

答： _____

四、綜合討論

- CCUS 是否是解決氣候變遷的最佳方案？為什麼？

答： _____

- 你認為個人可以做什麼來減少 CO₂ 排放？

答： _____