

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：鐘敏華(臺北市立松山高級工農職業學校)、康繼文(臺北市立松山高級工農職業學校)	
課程領域：	
<input type="checkbox"/> 物理 <input type="checkbox"/> 化學 <input checked="" type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學 <input type="checkbox"/> 科技領域 <input checked="" type="checkbox"/> 自然科學探究與實作 <input checked="" type="checkbox"/> 數學 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (可複選)	
一、教案題目	
是「碳」還是「嘆」?! 一次搞懂樹木碳匯及碳議題	
二、授課時數	
每節課 50 分鐘，共 5 節課，總共 250 分鐘	
三、教案設計理念與動機	
<p>全球暖化所造成氣候變遷已實際影響到我們的生活，因此全球暖化是當今不可忽視議題，然而我們並不熟悉碳議題相關知識，因而忽略自身對環境影響力。</p> <p>因此本教案希望經由課程討論以及實作等方式，藉此提升學生對環境議題重視，並希望能對我們的環境能有正面的助益。</p>	
四、教學目標	
<p>認知</p> <ol style="list-style-type: none">1. 使學生具備碳足跡、二氧化碳當量與碳源之碳議題基礎知識。2. 了解何謂樹林中碳匯、碳吸存及碳蓄積之內容。3. 認識校園樹種並能了解森林與碳蓄積之關聯性。 <p>情意</p> <ol style="list-style-type: none">1. 藉由實際操作將理論與實務結合後，更願意認識碳議題。2. 了解商品碳足跡過程後，進而願意採取對環境友善行為。 <p>技能</p> <ol style="list-style-type: none">1. 能夠辨識校園常見樹種。2. 學會測量樹木胸高直徑、樹梢仰角度，並能計算樹木樹高。3. 學會估算校園樹木碳蓄積。4. 培養統整文獻資料及數據能力。5. 提升製作簡報及報告的技巧。	
五、教育對象	
高中生	

六、課程設計 (方法與步驟)



本教案主要分成五大單元，經由單元一讓學生計算碳足跡方式，進而了解自身對環境影響力，接著經由單元二認識碳議題相關知識如碳足跡、碳源等，更進一步了解碳匯相關內容，並了解森林與碳蓄積之關聯性。再藉由單元三實作方式認識校園樹木，並運用單元四實際操作學習計算校園樹木碳蓄積，最後在單元五進行分組報告整合四個單元所學的內容。

單元一 生活裡的碳腳印

單元	教學流程	內容摘要	時間
一	準備	一、課堂準備 1. 介紹今日課程主題，課程進行方式。 2. 說明加分制度以及如何用 classdojo 查看得分紀錄，藉此鼓勵學生踴躍參與課程。 3. 請同學填寫前測問卷。 二、引起動機 1. 讓學生看碳足跡標誌，詢問學生你們知道什麼是碳足跡嗎？ 2. 放一張漢堡照片，你們知道一份漢堡的碳足跡是多少嗎？	8min
	發展	一、簡述平凡學生小宏日常 1. 說明小宏早餐、午餐、晚餐都有不同選擇。 2. 可選擇搭乘不同交通工具。 3. 使用哪些電器用品及使用多長時間以及是否使用自備水壺及餐具。	15min
		二、計算一日碳足跡 1. 事先設計不同活動碳足跡是多少，如香雞漢堡是 0.693(kgCO ₂)。 2. 讓同學自行勾選不同餐點及交通工具等。 3. 最後請同學計算自身一日碳足跡是多少，如果是一年則是多少。	15min
		三、進行碳腳印相關議題討論 1. 不同選擇所產生碳足跡是多少？如果是一年差異多少？ 2. 有哪些具體措施可以有顯著節能減碳效果？	7min
	總結	總結日常生活與碳足跡的關係，且引導學生思考適合自身的生活模式以及還有哪些友善環境具體行動。	5min



小宏上下課交通工具？ 學校距離家裡 10 公里遠

請選擇

- 騎腳踏車
- 搭捷運
- 搭公車
- 搭計程車
- 走路



計算碳足跡？

項目	單位	每日碳足跡 (kgCO ₂)	365 天碳足跡 (kgCO ₂)
日常的交通	免流稅/每上一輩	0.05	18
	免流稅/每上一輩	0.15	55
	自備餐食	0	0
	瓶裝水(每人每日需 2.5 公升)	1	365
	自備飲水(每人每日需 2.5 公升)	0.00425	2

圖一 老師使用線上網站 classdojo 進行計分以鼓勵學生參與課程

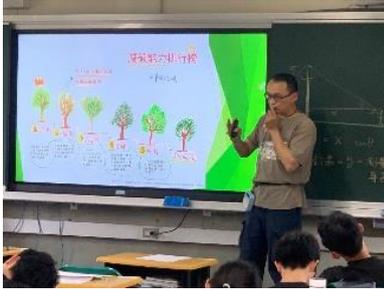
圖二 利用 PPT 說明學生小宏一日的生活

圖三 利用事先設計表格請學生計算小宏一日的碳足跡

單元二 一次看懂碳知識

單元	教學流程	內容摘要	時間
二	準備	<p>一、課堂準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 簡易複習何謂碳足跡，公布目前每人得分情形。 2. 說明今日主要課程為碳議題。 3. 請同學認真寫學習單，因為最後會用 kahoot 做複習，如果有進前 3 名會進行加分。 <p>二、引起動機</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 詢問學生知道 2023 年全球碳排放量是多少嗎？ 2. 追問你們知道台灣碳排放量是多少嗎？ 	5min
	發展	<p>一、介紹各種碳議題內容</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 認識碳足跡及二氧化碳當量，利用麥香紅茶上碳足跡標誌做介紹。 2. 認識碳源、碳匯、碳吸存、碳蓄積及碳循環。 3. 了解生態造林，解釋碳權，介紹碳吸存能力強的樹種。 	15min
		<p>二、計算樹木吸收二氧化碳的吸附量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 事先設計題目說明如果每位台灣人每年平均碳排放量為 10.71 公噸/年(2020)，如果以全班 33 位同學計算，每年會產生多少碳？需要種幾公頃的相思樹才能中和全班的碳排放量？ 2. 請同學上台計算樹木吸收二氧化碳的吸附量，並幫同學加分。 3. 最後請同學思考生態造林以及自身節能減碳的重要性。 	15min
		<p>三、進行 kahoot 競賽</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 事先設計 10 題和課程內容相關題目。 2. 請同學進入遊戲，確認所有同學都進入遊戲後，再啟動遊戲。 	12min

		3. 確認前三名同學後進行加分，並重新檢視錯題，複習課程內容。	
總結		說明日常生活與碳議題的關聯，並提醒同學下堂課需要攜帶東西。	3min

		
圖四 老師講解 2023 年全球碳排放量的情形	圖五 老師說明台灣原生樹種中碳吸存前五名的樹種有哪些	圖六 利用 kahoot 進行競賽並重新檢視錯題，複習課程內容

單元三 認識植物很簡單

單元	教學流程	內容摘要	時間
二	準備	一、課堂準備 1. 複習碳議題專有名詞，以及複習計算樹木吸收二氧化碳的吸附量。 2. 說明今日主要課程為認識校園樹木。 3. 請小老師發學習單，並請同學用手機登入教育部校園樹木資訊平台。 二、引起動機 1. PPT 上顯示校園中常見樹種名稱並請學生先思考樹種外貌。 2. 請同學舉手回答常見樹種可能外型特徵有哪些。	8min
	發展	一、介紹校園常見樹種 1. 說明學習單內容，介紹常見 30 種校園樹木照片及特徵描述。 2. 部分重點特徵描述留白，請同學登入教育部校園樹木資訊平台，將空格填寫完成。 3. 以搶答方式請同學回答空格答案，並幫回答答案同學進行加分。	15min
		二、繪製校園植物 1. 準備 30 種校園樹木特徵照片，將同學分成 6 組，每組同學 5 種植物。 2. 請同學將樹木特徵照片放置第一層，第二層放複寫紙，第三層放明信片卡紙。	20min

	<p>3. 接著請同學進行繪製。</p> <p>4. 最後請各組組長分享組別繪製植物及特徵給其他組別同學聽。</p>	
	<p>三、介紹教育部校園樹木資訊平台</p> <p>1. 說明教育部校園樹木資訊平台已標示校園中樹木位置並有樹木的現況照片。</p> <p>2. 請同學利用下課時間找到校園樹木 30 種。</p> <p>3. 找到樹木後進行拍照且標記樹木名稱。</p> <p>4. 最後將 30 張照片上傳至 classroom 完成作業。</p>	5min
總結	再次提醒同學下堂課需要攜帶東西，以及完成拍照作業。	2min



圖七 老師課堂講解常見校園植物所使用 PPT



圖八 同學運用代針筆及複寫紙繪製植物



圖九 請同學利用下課時間找到目標樹種進行拍照且標記名稱

單元四 一日五木人

單元	教學流程	內容摘要	時間
四	準備	<p>一、課堂準備</p> <p>1. 複習校園常見樹種有哪些，以及說明樹種特徵。</p> <p>2. 說明今日主要課程為探查及計算校園樹木的碳蓄積。</p> <p>二、引起動機</p> <p>先放一張高聳樹木照片，請同學思考要如何計算樹高呢？</p>	5min
	發展	<p>一、介紹樹木碳匯測量</p> <p>1. 將校地面積主要分成六大塊，全班同學分成六組。</p> <p>2. 請各組同學進行分工，分別有人負責記錄、拍照，進行測量等。</p> <p>3. 說明如何運用三角函數計算樹高。</p> <p>4. 說明如何量測觀測者與樹木之間的距離、測量樹頂頂端仰角度(可使用手機量角器 app)。</p> <p>5. 說明如何量測樹的胸高周長，請測者站立在樹前，以捲尺量測樹的胸高周長(cm)。</p>	10min

	<p>二、實際進行樹木碳匯測量</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 老師發放樹木碳匯測量學習單，並請同學到指定地點。 2. 老師要確認每組同學測量狀況，並從旁協助同學。 3. 請同學要將數據拿給老師檢查，如數據正確同學便可回教室。 4. 請先回教室同學可以開始計算自己組別所有樹木總碳蓄積量。 	30min
總結	提醒同學繳回樹木碳匯測量學習單，以及參考農業懶人包準備下次分組報告。	5min



圖十 同學以捲尺量測樹的胸高周長(cm)



圖十一 同學運用手機量角器量出 θ 角



圖十二 同學正在紀錄測得的各項數值

單元五 我是解說員

單元	教學流程	內容摘要	時間
五	準備	<p>一、課堂準備</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 複習校園樹木碳匯測量方式。 2. 說明今日主要課程要請六組同學分組報告，每組同學報告時間為5分鐘，包含1分鐘回答同學問題。 3. 並發下互評表，請各位同學幫其他組別進行評分。 <p>二、引起動機</p> <p>先請同學思考專業的解說員具備哪些特質？好的簡報有哪些特點？</p>	5min
	發展	<p>一、說明碳議題與校園樹木碳匯主題報告流程</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 將各組互評表發給同學，請同學依簡報設計、口條及主題內容進行評分並給予3點改善建議。 2. 並準備1個問題對於該組別進行提問，有提問同學會進行加分。 3. 說明報告時間僅有4分鐘，剩30秒會按鈴提示，請同學須注意報告時間。 	5min

	<p>二、進行碳議題與校園樹木碳匯主題報告</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 運用線上抽籤系統決定報告順序。 2. 請同學依序報告，並請第二順位報告同學準備報告內容。 3. 報告結束後請同學進行提問，並請報告同學回答問題。 4. 每組報告時間結束後，老師再給予報告組別建議。 5. 最後再請小老師收回互評表。 	36min
總結	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老師統整這 5 個單元課程內容，讓同學對於碳議題與校園樹木碳匯內容亦有更深刻的體會。 2. 發下後測問卷請同學填寫。 	4min



圖十三 以農業懶人包介紹如何以活潑圖文方式傳達知識內容



圖十四 同學運用簡報介紹桃花心木的特徵



圖十五 同學運用校園樹木地圖介紹校園植物

七、學習評量內容

評量工具	內容摘要
學習單一	事先設計校園樹木碳匯及碳議題學習單，老師在進行課堂講解時，學生依照學習單空格進行填答。學生經由手寫答案方式，加深學生對於碳相關議題印象。
學習單二	設計樹木碳匯測量學習單，學習單內容包含測量步驟以及須測量哪些項目。設計單放上校園樹木實地照片，引導學生到操作地點，接著便能按照測量各項目進行測量。
課堂問答	透過學生回答課堂問題或是提出問題便加分方式，鼓勵學生參與課程內容。此外，老師也能重新調整課堂節奏及了解學生學習狀況。
問卷(含前後測)	經由問卷讓學生自行評估對於碳議題認識程度是否有提升，也可以讓老師知道日後課程需在加強哪些部分。

臺北市立松山高級工藝職業學校 環境教育課程
認識校園樹木碳匯及碳議題-課程學習單

2024.12.20

班級: 國四 姓名: 陳宇翔 座號: 11

一、認識碳匯專有名詞

1. 碳足跡 (Carbon Footprint)	與一項活動或產品的整個生命週期過程中,所直接與間接產生的溫室氣體排放量。例如,一種參香杉(300kg)的碳足跡是12.0t CO ₂ e。
2. 二氧化碳當量 (CO ₂ e, Carbon Dioxide Equivalent)	是將各種溫室氣體的全球暖化潛能(GWP)值,按不同的溫室氣體對於暖化的影響程度以同一種單位表示。單位:1t CO ₂ e = 1公噸 CO ₂
3. 碳源 (Carbon Source)	自然的碳源: 森林是碳源,能吸收的溫室氣體以及 CO ₂ 存庫。 人為的碳源: 來自於人類活動所產生的碳源,例如: 燃燒煤、石油、天然氣、森林砍伐、森林火災、森林管理活動等。
4. 碳匯 (Carbon Sink)	森林是碳匯,能吸收大氣中的 CO ₂ 。自然界的碳匯固定之, 自然界的碳匯固定之, 海洋、土壤、岩石、森林、海洋生物體中, 皆為碳匯。海洋每年內可沉澱 20 億噸的碳, 森林每年可淨吸收約 10 億噸的碳。
5. 碳儲存 (Carbon Storage)	碳的長期儲存, 指, 所有吸收的碳量, 扣除內所有的碳源, 包括森林、土壤、海洋、森林土壤等。
6. 碳儲存 (Carbon Storage)	碳匯的概念, 由測定林內樹木的 <u>生物量</u> 或 <u>材積</u> 表徵。

二、請寫出臺灣原生樹種中碳匯能力前五名的樹種

樹種名稱	二氧化碳吸收能力(噸/公頃/年)
黑松	500 (1.05t CO ₂ e)
苦楝	300
木荷	280
樟樹	260

2024.12.20

三、每位台灣人每年平均碳匯量為 10.71 公噸/年(2020), 如果以全班 33 位同學計算, 每年會產生多少噸? 需要幾公頃的相思樹才能中和掉全班的碳匯量?

$10.71 \times 33 = 353.43 \approx 353$ 公噸

四、在日常生活中, 有哪些具體措施可以達到節能減碳的效果? 請列舉 5 項你想到方法

1. 多搭大眾運輸工具。
2. 選擇節能型電器。
3. 愛惜糧食。
4. 做好資源回收分類。
5. 多種綠色植物。

四、學習心得(上完這堂課, 說說自己對碳匯的想法)

從這堂課我了解到, 碳匯對於減少溫室效應非常重要。我們應該多利用公共交通工具, 減少開車。同時, 我們也可以在家中種植一些綠色植物, 增加碳匯。這些措施雖然微小, 但如果每個人都能參與, 就能產生巨大的影響。

五、延伸閱讀

1. 於日常生活中, 尋找碳足跡標籤產品。
2. 查看「臺灣森林資源自然教育資訊網」網站, 山林資源-森林資源-森林管理, 了解更多關於森林管理議題。
3. 學習使用「教育科技校園木質教育平台」校園中的樹木-碳匯專區, 找出校園中的樹木學習計算碳匯存量。

臺北市立松山高級工藝職業學校 環境教育課程
「認識校園樹木碳匯及碳議題」課程-前測問卷

一、基本資料

1. 請問您的性別: 男 女
2. 請問您的科別: 電機科 電子科 資訊科 機械科 汽車科 化工科
3. 請問您的年級: 高一 高二 高三

二、對碳匯的基本認識

題目	非常不了解/ 非常了解
1. 請問您是否聽過「碳足跡」的定義?	1 2 3 4 5
2. 請問您是否聽過「了解」二氧化碳當量的定義?	1 2 3 4 5
3. 請問您是否聽過「了解」碳匯的定義?	1 2 3 4 5
4. 請問您是否聽過「了解」碳匯的定義?	1 2 3 4 5
5. 請問您是否了解台灣人每人每年產生多少二氧化碳?	1 2 3 4 5
6. 請問您是否知道台灣原生樹種中碳匯能力前五名的樹種?	1 2 3 4 5
7. 您是否會計算一棵樹木可以吸收二氧化碳的噸數?	1 2 3 4 5
8. 請問您是否知道日常生活中, 有哪些具體的節能減碳措施與方法?	1 2 3 4 5
9. 請問您是否知道碳匯可以當作商品?	1 2 3 4 5
10. 請寫出三種節能減碳的方法	

~問卷結束, 謝謝作答~

圖十六 以校園樹木碳匯及碳議題學習單認識碳議題專有名詞

圖十七 以校園樹木碳匯及碳議題學習單學習計算校園樹木碳匯

圖十八 以相同問卷分成前後測, 瞭解學生對於碳議題認識

樹木碳匯測量學習單

一、測量方法

1. 測量樹木胸圍: 在樹木離地 1.3 公尺處, 用皮尺測量樹木的胸圍。

2. 測量樹木高度: 利用三角測量法, 測量樹木的高度。

3. 測量樹木直徑: 在樹木離地 1.3 公尺處, 用皮尺測量樹木的直徑。

二、計算公式

胸圍 (cm) = 直徑 (cm) × π

面積 (cm²) = π × (直徑 / 2)²

體積 (cm³) = 面積 × 高度

三、數據記錄

樹木名稱	胸圍 (cm)	直徑 (cm)	高度 (cm)
黑松	100	31.8	150
苦楝	80	25.5	120
木荷	70	22.3	100
樟樹	60	19.0	80

臺北市立松山高級工藝職業學校 環境教育課程
樹木碳匯測量-課程學習單

班級: 國四 姓名: 陳宇翔 座號: 11

一、測量方法

1. 測量樹木胸圍: 在樹木離地 1.3 公尺處, 用皮尺測量樹木的胸圍。

2. 測量樹木高度: 利用三角測量法, 測量樹木的高度。

3. 測量樹木直徑: 在樹木離地 1.3 公尺處, 用皮尺測量樹木的直徑。

二、計算公式

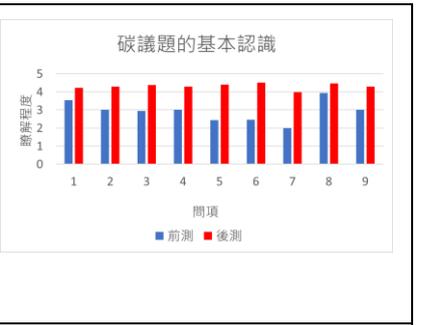
胸圍 (cm) = 直徑 (cm) × π

面積 (cm²) = π × (直徑 / 2)²

體積 (cm³) = 面積 × 高度

三、數據記錄

樹木名稱	胸圍 (cm)	直徑 (cm)	高度 (cm)
黑松	100	31.8	150
苦楝	80	25.5	120
木荷	70	22.3	100
樟樹	60	19.0	80



圖十九 以樹木碳匯測量學習單進行樹木碳匯各項數據測量

圖二十 以樹木碳匯測量學習單紀錄各項數據

圖二十一 以 excel 分析問卷, 從各項問項得分確認學生學習情形

參考資料

- 1、 農業部林業及自然保育署(2017), 「學, 森林」: 森林環境教育課程彙編, 農業部林業及自然保育署。
- 2、 黃佳盛 (2020), 植物識別實習-下, 復文圖書有限公司。
- 3、 農業部林業及自然保育署(2023), 森林碳管理, <https://www.forest.gov.tw/0000051>
- 4、 產品碳足跡資訊網(2024), 碳足跡標籤, <https://reurl.cc/eLjLyQ>
- 5、 教育部校園樹木資訊平臺(2024), 校園樹木地圖, <https://reurl.cc/N4z4b9>
- 6、 農業知識入口網(2024), 農業懶人包, <https://reurl.cc/L494a4>