

後記

完美情人養成術：追日感應器持續大進化

太陽能發電是目前正熱門的綠能科技，如何讓太陽能板能時時向著陽光，以獲得最佳吸收效果？由四位已畢業的高雄女中學生蕭渝庭、方怡琳、蔡芙蓉及林紀吟共同研發，邱崑山老師指導的「追日感應器」，結合太陽能感應裝置基本原理和電路設計，不僅不需電腦計算，還降低成本，且效果絕佳。

親手打造追日情人

源頭始於高瞻專班的專題製作，同學們從高一下開始發想，與老師共同研究，至今同學們都已是大一的學生，整整三個年頭，研究還沒結束。當初只是單純將太陽能板背靠背，垂直和水平放置、藉以觀察陽光角度和電流，慢慢改良成一具整合電路系統、太陽能板、太陽能感應裝置、IC裝置和有馬達傳動的設備。一切全部由同學們親手打造，從裝電路、焊接、鋸壓克力版、插IC腳，採用電晶體作開關等所有繁複的步驟皆不假他人，全靠四人合力完成。



熱忱與想像力突破萬難

與它朝夕相處，學生們說「感應器是我們的情人」，她們矢志把它打造成完美情人，小情人已經有五代歷史，同學們把電路逐漸簡單化、系統精緻化，感應器不只感應，還可以供電。最近科工館的展覽場上，她們甚至點亮LED燈的模擬摩天輪和模型愛河橋。國內外參展邀展不斷，並已申請專利，還有遊艇公司想跟她們合作，因為四人小組所研發的追日系統用電流直接啟動馬達，不需運用電腦計算，直接追蹤太陽，不僅非常適合水面上移動的遊艇裝置，且成本低廉、維修容易。



雖然熱愛研究、焊接、組裝、改良、解決問題，一開始便對這項題目感到高度的興趣，然而在漫長的過程中，不免與指導老師邱崑山抱怨時間不夠用、壓力過大、學校應考成績不如人意等。然而邱老師卻說，同學們抱怨歸抱怨，在試驗過程中卻仍然百分百投入。她們也曾遭遇難題，例如使用電鋸鋸壓克力版，聲音刺耳嚇人，其中一個同學甚至發誓絕對不要念相關科系！有一次，四人接力完成焊接極為複雜的電路系統，卻不知是何緣故，電流總接不上，再三檢查之後，才發現其中一條電線絕緣皮還沒剝就焊進去了，誰是罪魁禍首？據說到現在還是個羅生門。然而最讓4位年輕女孩頭疼的是：小情人每次實測都得上頂樓才能見真章，且得在正中午時間，頂著毒辣的太陽，愛美的青春年華總不免要嗶叨幾句。

邱老師說明，在實驗過程中，有時他已事先看出問題，得偷偷研究以找出解決辦法，卻得隱忍不說，僅以暗示或提醒，等她們發現後，還故意裝傻說：「喔，這樣啊……」他認為這樣做，是為了引導同學思考，「同學們天馬行空的想像力其實可以突破很多困難、解決很多問題。」老師誨人不倦的心情，溢於言表。「不過先作研究也免得在學生面前漏氣，說怎麼問你什麼、卻什麼都不會！」老師自得其樂地說。

在未來執教的生涯裡，邱崑山老師感言：「遇到有共鳴的學生，才能做出好的點子。」好的作品也得靠緣分。至於「完美情人—追日感應器」還在持續進化中，就像一條生命的河，一直成長、不斷前進，就這樣陪著幾位白衣黑裙的女孩們，走著青春的路，綻放耀眼的光芒。

5-3 能 源 教案設計



太陽能海水淡化器的設計、製作與改良 太陽光熱利用課程教案

私立東海大學附屬實驗高級中學
吳文銘、劉麗琪、施義炳



太陽能海水淡化器的設計、製作與改良 太陽光熱利用課程教案

本教案為國科會科教處「高瞻計畫」所研發之課程教案，適合普通高中二年級的學生使用。課程的實施共分上、下兩學期，上學期每週2節，總計16週共32節；下學期每週1節，總計16週共16節。

課程的內容分為5個單元，分別為「家庭熱能使用（天然氣）調查」、「太陽光熱原理與轉換應用介紹」、「海水淡化器的設計圖」、「太陽能海水淡化器之製作」、「太陽能海水淡化器之測試與改良」，乃是依據本校總計畫之科教課程CPS332創新改革策略所設計。期盼以循序漸進的引導與教學活動，讓學生從問題導向學習之中，發揮創意思考、批判思考與合作學習的精神，來進行替代能源－太陽光熱利用之專題探討。

本課程的目的，除了要讓學生從活動過程中學得替代能源的相關知識與問題解決的能力以外，更重要的是，要讓學生從校本位的課程出發，體認學習與科學、技學、社會是密不可分的重要性。

以下摘錄單元三「海水淡化器的設計圖」、單元四「太陽能海水淡化器之製作」、單元五「太陽能海水淡化器之測試與改良」之教案活動設計內容進行分享。

太陽光熱利用課程教案 單元參說明

本單元「海水淡化器的設計圖」，在學生具備了光、熱轉換的基本概念之後，以一連串的問題導引的方式，讓學生發揮創意思考與批判思考的精神，來進行海水淡化器的設計。

學生將思考如何使海水淡化的各種可能方法，能比較各種海水淡化方法的優、缺點，提出最佳可行的海水淡化方法並說明理由。

單元最後，各小組將發表其海水淡化器之設計圖與材料、工具清單，並藉由觀摩比較，交流彼此的心得。

替代能源專題－太陽能光熱利用課程 單元參：海水淡化器的設計圖

適用對象：高二學生

教學時間/節數：每週連上2節 / 6週共12節

A 教案設計理念

依現今海水淡化的結構進而思考直接利用太陽淡化海水的可行性，降低成本，也避免過度使用能源。並在設計的過程中，發揮自己的創意、以批判思考的想法進而活動

B 教案目標

1. 以創意思考模式依最佳構想完成設計圖。
2. 以批判思考交流彼此的心得。

C 教案方法

口頭講述、網路資料搜尋、簡報。

D 教案資源

硬體資源：電腦、網路、投影機。
軟體資源：自編教材、回饋單、互評表。

教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量
一、準備活動	1. 蒐集相關資料。 2. 設計講義、回饋單及評量表。	1. 蒐集現今海水淡化器相關資料。			訓練學生蒐集資料的能力。
二、引起動機	1. 提問：「目前有哪些淡化海水的方法？」 2. 提問：「有沒有其他替代方案可以淡化海水？」 3. 提問：「個別方法如何提高淡水的產量？」	1. 學生統整分類海水淡化資料。 2. 努力思考。 3. 與小組成員交流討論。 4. 回答教師的提問。	學生蒐集的網路的資料。	2 節	訓練學生統整分析的能力。
三、講解說明	1. 海水淡化的原理。 2. 就學生所提的替代方案做回應。 3. 說明個別方法中影響淡化的因素，以及如何提高淡水的產量。	1. 專心聽講。 2. 認真思考。 3. 獲得有用的分析技能。	電腦、投影機 12回饋單 p. 49		能獲得相關的知識與實用的分析方法。
四、分組討論	發給各組一篇與太陽能海水淡化相關的短文，以問題條列以下的項目，讓各組學生討論，發揮創意與批判來回答： 1. 如何使海水淡化的各種可能方法。 2. 比較上述方法的優、缺點。 3. 提出最佳可行的海水淡化方法並說明理由。 4. 依最佳的方法設計淡化器簡圖。 5. 提出材料清單。	1. 提出自己的看法。 2. 討論交流心得。 3. 針對別人的想法提出優缺點。 4. 寫回饋單。	13回饋單 p. 50 實驗室	4 節	使用創意思考和批判思考評量。

教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量
五、講評	1. 報告的講評。 2. 告知各組上台報告（每組5分鐘）。	1. 讓各組輪流閱讀其他組的回饋單內容並提出自己的想法。 2. 汲取各組的優點。 3. 形成最後的整體結論。 4. 完成設計圖的簡報檔，下週進行報告分析。	實驗室、各組報告資料、回饋單、電腦教室	2 節	
六、上台報告	1. 引言開場。 2. 控制各組報告時間。 3. 各組報告過程中提出關鍵問題。 4. 對各組報告進行評量。 5. 各組報告結束時給予鼓勵、優缺點分析及建議。	1. 專心聆聽。 2. 提出問題。 3. 歸納各組的結論。 4. 學習別組的優點修正自己缺點。 5. 完成互評表。	電腦、投影機、麥克風、雷射光筆、碼表、互評表	3 節	能展現小組團隊精神合力完成口頭報告。 能虛心學習別人的優點汲取上台報告的經驗。
七、總結	1. 列印各組報告書面資料。 2. 作總結報告。 3. 讓學生填寫回饋單。	1. 仔細閱讀各組的報告資料。 2. 汲取各組的優點。 3. 完成回饋單。	電腦、網路各組報告資料、14回饋單 p. 54	1 節	能清楚說明此次的報告心得。



太陽光熱利用課程教案 單元肆說明

本單元「太陽能海水淡化器之製作」，教師與學生從所開列的材料與工具清單的討論開始，逐步地引導學生將太陽能海水淡化器的主體帶入現實。

過程中，教師除了管控實做的進度與督導工作安全以外，在學生面臨製作困難時，也引導其思考如何解決問題。非到萬不得已，各部件不輕易地委外製作。要讓學生發揮創意思考各種解決問題可能的替代方案，儘量達到作品百分之百是自行獨立完成的，如此才能充分地體會「做中學」的目的。

單元最後，學生要學習口頭報告介紹實物模型，並說明實做結果與設計圖的差異，以及製作過程中所遇到的主要困難與解決方法，以分享交流彼此的經驗。

替代能源專題—太陽能光熱利用課程 單元肆：太陽能海水淡化器之製作

適用對象：高二學生

教學時間/節數：每週1節 / 6週共6節

A 教案設計理念

各組根據前一單元所發表的設計圖，開列材料規格清單，完成太陽能海水淡化器之實物模型製作。將讓小組成員充分體驗何謂「做中學」，以及如何把構想帶入現實。團隊在過程中將會遭遇種種問題，需要一起討論、批判評估出最佳方案去解決。

B 教案目標

- 能完成太陽能海水淡化器之實物模型製作。
- 能發揮集體創意、批判思考與合作學習的精神。
- 能學習介紹作品，並相互觀摩與欣賞。

C 教案方法

創意思考教學、問題導向學習、批判思考教學……

D 教案資源

硬體資源：度量工具（直尺、量角器、圓規……）、裁切工具（美工刀、剪刀、鋸子……）、黏著工具（膠水、白膠、矽膠、熱熔膠……）、主體材料、講桌、麥克風、指揮棒……

軟體資源：設計圖、工作安全守則

教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量
一、準備活動	<ol style="list-style-type: none"> 按學生所開列之材料清單請購耗材與工具。 與各組學生討論清單內容。 編工作安全講義。 	<ol style="list-style-type: none"> 編列製作所需之工具、耗材（品名、數量、尺寸規格）。 與教師就清單交換意見。 編工作安全講義。 	講義五 15工作安全提示p.55	1節	依所開列之清單核對設計圖，檢查是否有疏漏。
二、實做活動	<ol style="list-style-type: none"> 提醒工具使用安全事項。 查看各組工作進度與安全之注意。 學生各組無法在實驗室完成的零件，協調委請校外人士製作。 	<ol style="list-style-type: none"> 按設計圖先分配製作各部分零件的人力。 成員先就自己所負責的部分準備怎麼做，與組員交換意見，並聽取組員的建議。 完成各部零件的製作。過程中若遭遇無法以預設方法完成的部分再與組員交換意見，或協調教師委外製作。 各部零件組裝，完成實體模型。 成品拍照存檔。 	度量工具：直尺、量角器、圓規…… 裁切工具：美工刀、剪刀、鋸子…… 黏著工具：膠水、白膠、矽膠、熱熔膠…… 各組模型主體之耗材	4節	太陽能海水淡化器模型完成。
三、發表觀摩	<ol style="list-style-type: none"> 指導學生發表的順序並控制時間。 評分與綜合講評。 預告下一單元的工作。 	<ol style="list-style-type: none"> 各組口頭報告做好的實體模型，敘述實做結果與設計圖的差異，以及製作過程中所遇到的主要困難與解決方法。 他組進行提問與建議。 各組針對評論後可修改的部分再進行細部的修改。 	講桌、麥克風、指揮棒……	1節	口頭發表與評論。

太陽光熱利用課程教案 單元伍說明

本單元「太陽能海水淡化器之測試與改良」，在實物模型作品完成之後，來進行效能的測試與模型本體的改良。

過程中，學生會學習模型工作效率變因之分析、實驗測量表格之設計、工作效率之計算，當模型改良之時，也會激發學生創意思考的變通性與精密性。

最後，希望藉由學生撰寫年度課程心得，作為本課程各單元的串場，並為本課程畫下完美的句點。

替代能源專題—太陽能光熱利用課程 單元伍：太陽能海水淡化器之測試與改良

適用對象：高二學生

教學時間/節數：每週1節 / 10週共10節

A 教案設計理念

各組在完成太陽能海水淡化器之實物模型作品後，進行效能的測試與改良。過程中，小組不僅會面對影響變因的假設與分析，也會學習測量方法與表格設計，在取得數據之後，則要釐清這些變因對模型工作效率之實際影響並做出結論，然後再進行模型的改良與再測試。我們預期學生在過程中不只會體會到實驗的嚴謹，發揮批判思考與合作學習的精神。當模型改良之時，也會激發學生創意思考的變通性與精密性。

B 教案目標

- 能分析出影響太陽能海水淡化器工作效率之各種可能的變因。
- 能計算出特定控制變因中的工作效率值。
- 能發揮批判思考、合作學習與集體創意的精神。

C 教案方法

批判思考教學、合作學習、創意思考教學、問題導向學習……

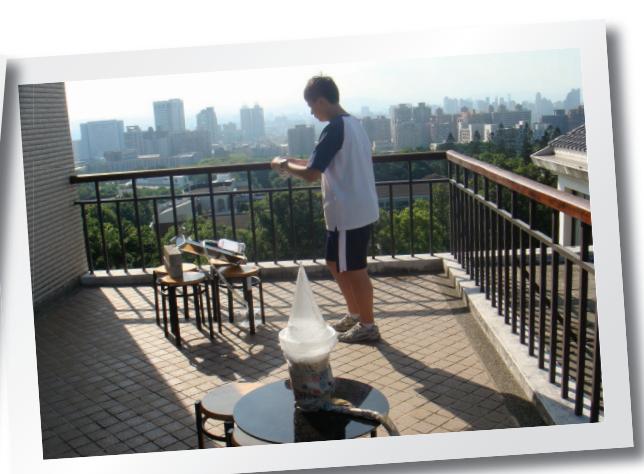
D 教案資源

硬體資源：度量工具（照度計、電子式溫溼度計、量筒、氣壓計）、數位相機、電腦、投影機、簡報筆、DV 攝影機、麥克風

軟體資源：講義、回饋單、參考表格、提問單、互評單

教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量
一、準備活動	<ol style="list-style-type: none"> 備妥測試與改良的流程之講義。 蒐集實驗數據用的參考表格。 備妥活動流程中的回饋單。 	<ol style="list-style-type: none"> 填寫回饋單：假設可能的變因與歸類。 參考教師所給的表格，各組自行設計適合實驗用的表格，並與教師討論。 	16講義六 p.57 參考表格 17回饋單 p.58 18海水淡化器改良回饋單.doc p.61	2節	回饋單（變因的假設與歸類：批判思考評量）。 所設計的表格是否符合實驗變因之需求。
二、實做活動	<ol style="list-style-type: none"> 界定每天紀錄的時間。 提醒各組每次紀錄都要有的項目：日期、時間、氣溫、溼度、照度、氣壓、天氣概述、模型拍照…… 回答學生的疑問。 發放工具並請各組檢視。 指導學生填寫工作日誌：特殊天氣事件、實驗中新的觀察發現、所想到的問題、模型改良的構想…… 	<ol style="list-style-type: none"> 聆聽說明。 提問。 檢驗工具。 進行特定變因的實驗測量並紀錄，填寫工作日誌並拍照。 回答學生的疑問。 發放工具並請各組檢視。 指導學生填寫工作日誌：特殊天氣事件、實驗中新的觀察發現、所想到的問題、模型改良的構想…… 	度量工具、實驗紀錄用的表格、工作日誌、數位相機……	1節	各紀錄時間的組員工作分配。 工作日誌與數據紀錄。
三、數據分析	<ol style="list-style-type: none"> 檢視各組數據紀錄（含紙筆紀錄與電子紀錄）與工作日誌。 與各組就紀錄與日誌討論進度、問題或想法。 詢問各組模型改良的構想。 檢視各組簡報檔製作的進度。 組員工作態度的評分。 	<ol style="list-style-type: none"> 進行電子紀錄。 進行初步分析的繪圖。 回報工作進度並與教師討論問題或想法。 準備簡報檔的架構。 組員工作態度的評分。 	家用電腦、電腦教室（進行Excel紀錄與繪圖）	說明測量活動與效率計算，之後4週每天	工作日誌與數據紀錄。 合作學習之評分。

教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量	教案活動	教師活動	學生活動	教學資源	時間分配	效果評量
四、模型改良	1. 與各組學生討論模型改良的細節。 2. 向學校申購耗材。 3. 創意思考的評分。 4. 其餘與活動二、三的內容相同。	1. 與教師討論模型改良的方案。 2. 開列材料與工具清單，由學校申購或自行購買。 3. 模型改造，調整某項變因，進行測量活動與數據分析。 4. 調整模型之另一項變因，再進行測量活動與數據分析。 5. 其餘與活動二、三的內容相同。	電腦教室 模型製作的相關材料與工具	進行測量，教師利用4節課堂時間 檢視各組進度並指導	工作日誌與數據紀錄 模型改良：創意思考的變通性與精密性之評分。 原始數據紀錄與電子檔。	六、報告發表	1. 發給各組提問單、互評單，並說明如何填寫。 2. 指導學生工作報告的內容（模型照片、數據紀錄、工作日誌中的特別說明、模型的改良、分析與結果等）、各組上台發表的順序並控制時間。 3. 評分與綜合講評。 4. 攝影紀錄。	1. 聆聽各組工作報告。 2. 提出問題或看法。 3. 填寫提問單、互評單。	實驗室、投影機、簡報筆、DV攝影機、麥克風、提問單、互評單	2節	口頭發表 提問單 互評單
五、效率計算	1. 說明將以同一時間來作各組效率的比較。 2. 效率的計算公式為模型每立方公尺每小時產出的淡水量： $(g/h \cdot m^3)$ 3. 回應學生的質疑。 4. 回收、檢整實驗器材。 5. 收回各組書面紀錄、電子資料與簡報檔。	1. 聆聽說明。 2. 提出疑問。 3. 計算總結果。 4. 交回實驗器材。 5. 紙筆紀錄之裝訂、繳交。 6. 完成簡報檔。	電腦教室 實驗室			七、回顧與講評	1. 年度課程評分結果說明。 2. 給分的意見與申訴。 3. 心得寫作格式說明。	1. 聆聽教師的說明。 2. 給分的意見與申訴。 3. 撰寫年度課程心得。	電腦教室	1節	年度課程心得



後記 用太陽能淡化海水！能源水源問題一次解決

東海大附中的高瞻計畫課程，從貼近生活的「家庭熱能使用調查」開始，到學生自己設計，製作「風力發電機」及「太陽能海水淡化器」，是一門由淺到深、全方面的綠色能源課程。

為了讓學生全面了解綠色能源，相關課程在各高中蔚為流行；不過從知道基本的「知識」，到學生了解各綠能原理，甚至學到製作模型的「技能」，這中間還有很大一步要跨過。東海大學附屬高級中學三位老師吳文銘、劉麗琪、施義炳老師所設計的課程，卻成功地包含了知識和技能，而且考慮到台灣的地理特性—除了能源易於缺乏之外，淡水的取得也是個問題—而將海水淡化器列入課程之中，是相當全面又有其獨特性的課程。

學生自製綠能設施 了解原理又發揮創意

東海大附中的高瞻課程，高一生上的是能源基礎知識，學生要分組製作小型風力發電機模型。製作前，老師會介紹原理、讓學生看影片，刺激學生的設計創意。「老師們會盡量維持他們原先設計的造型，不去修改。」施義炳老師表示，「我們只提供方向和一些材料。」對於這些作品，老師們會提供基礎原理和製作的方向，其餘的就由學生自己去想。學生以組為單位，收集文獻、構想、畫設計圖、和老師討論、製作、學生互評等等，一件作品要經過不少「考驗」才能成型。

風力發電機對大部分高一學生來說並不困難，但高二的太陽能課程中，要製作的海水淡化器模型，就頗需要思考一番。老師介紹完海水淡化的現有技術後，便出題目給學生們，希望他們以太陽能來發展海水淡化器，但不是使用太陽能板，而是直接從太陽產生「光」和「熱」的特性去思考。「要用到太陽的光和熱，但又要讓水份凝結，這裡面是有矛盾的，」吳文銘老師說，「這時就要靠學生好好研究海水淡化相關的文獻了。」

未來會繼續加強學生研究能力

談到是否有學生以此為基礎做後續研究，吳文銘老師認為這方面還有進步的空間。學生們在課程中學習收集資料，但處理資料的能力還需要再培養；吳老師在今年的課程中，小幅修改了上課的要求，希望學生寫小論文，以加強學生整理、消化資料的能力。

施義炳老師則對課程有另一方面的看法，他發現學生們對此課程的反應非常好，在製作各模型的過程得到很多樂趣，有一些學生也會自主性地嘗試新想法、發展新的研究。可惜這門課程只在課業壓力相對較小的高一、高二進行，到了高三，學生忙讀書，往往較無精神再去做研究。為了因應這種情形，施老師希望在高一高二的綠能課程中，就讓學生多方面發展，不一定要全班都製作風力發電或海水淡化器，而是可以自己發展專題，只要和能源相關即可，讓學生可以更為自由，接觸不同面向的知識。



5-4 能 源 教 案 設 計



高雄女中高瞻計畫線上學習系統之 教學成果

高雄市立高雄女子高級中學
高雄女中高瞻計畫團隊