

## 學校計畫簡介及課程特色

### 計畫簡介

高雄女中高瞻計畫為四年期整合型計畫，目標乃研發新興科學與科技融入高中基礎自然科學的創新課程，其研究成果已設計發展出「太陽能」、「燃料電池」及「生質能」等三大主題之綠色能源教材，並以全國綠色能源教材展示活動及種子教師培訓營等方式向外進行創新課程的推廣。自2008年開始，該校高瞻計畫團隊更積極開發建置「綠色能源線上課程學習系統 (<http://highscope.kghs.kh.edu.tw/>)」，開放給有意願了解綠色能源相關知識之高中職生學習，按照進度在家裡即可觀看教師講授的影音課程並在線上進行測驗，享受無時間與空間限制的學習環境。



### 課程簡介

高雄女中綠色能源教材之目標除了提升學生對於綠色能源的知能與興趣，喚起珍惜環境資源的意識之外，並期望能夠引導高中學生進行探究學習。《能源的明日之星——燃料電池》共有五章，分別是能源問題與發展、電池的原理與構造、燃料電池的簡介、質子交換膜燃料電池及燃料電池的發展。教材的第一章即開宗明義讓學生了解能源與生活關係密切，並談到人類對於能源的需求與日俱增，當前我們面臨了能源短缺的隱憂，又該如何節省能源。第二至五章逐步詳細說明電池的原理與構造，並讓學生深刻認識燃料電池及其發展趨勢，並配合實驗設計，親自操作體驗氫氧燃料電池車的製作。教師手冊則包含各章節之教學目標、教學時數建議與教學建議，其中教學建議內容詳細說明各小節課程重點、教學建議，更提供完善的補充資料，方便教師們使用。

以下僅摘錄各章節之教學目標、教學時數建議與部分教學建議，供讀者參考。如欲進一步了解或索取綠色能源教材，惠請連絡高雄女中自然科教師團隊。

## 第一章 能源問題與發展

### 壹、本章教學目標

本教材開宗明義先讓同學了解能源與生活關係密切；人類愈文明，生活品質愈高，對能源的需求也愈殷切。我們需要能源，使用能源，談論能源，能源短缺更是舉世注目的焦點。但人類所需要的能源在那裡？又該如何節省能源，且在能源的使用過程中不增加其他的負擔，讓我們永續的在這個地球上生活，這些都是值得我們探討的。

### 貳、教學時數建議

	章節名稱	建議教學時數
1-1	能源的概念與轉換	1.0
1-2	地球危機——化石能源的污染與枯竭	1.0
1-3	氫能與燃料電池	1.0
本章教學時數共3節		

### 參、單元教學目標

#### 第一節 能源的概念與轉換

1. 引導學生思考各種不同型態的能。
2. 引導學生思考地球上常見的能源。
3. 藉由高麗菜，引導學生思考能量的互相轉換。
4. 引導學生思考日常生活中，常見的發電方式。

#### 第二節 地球危機——化石能源的污染與枯竭

1. 引導學生思考日常生活中，常見的發電方式。
2. 引導學生思考地球上化石燃料逐漸枯竭的情形。

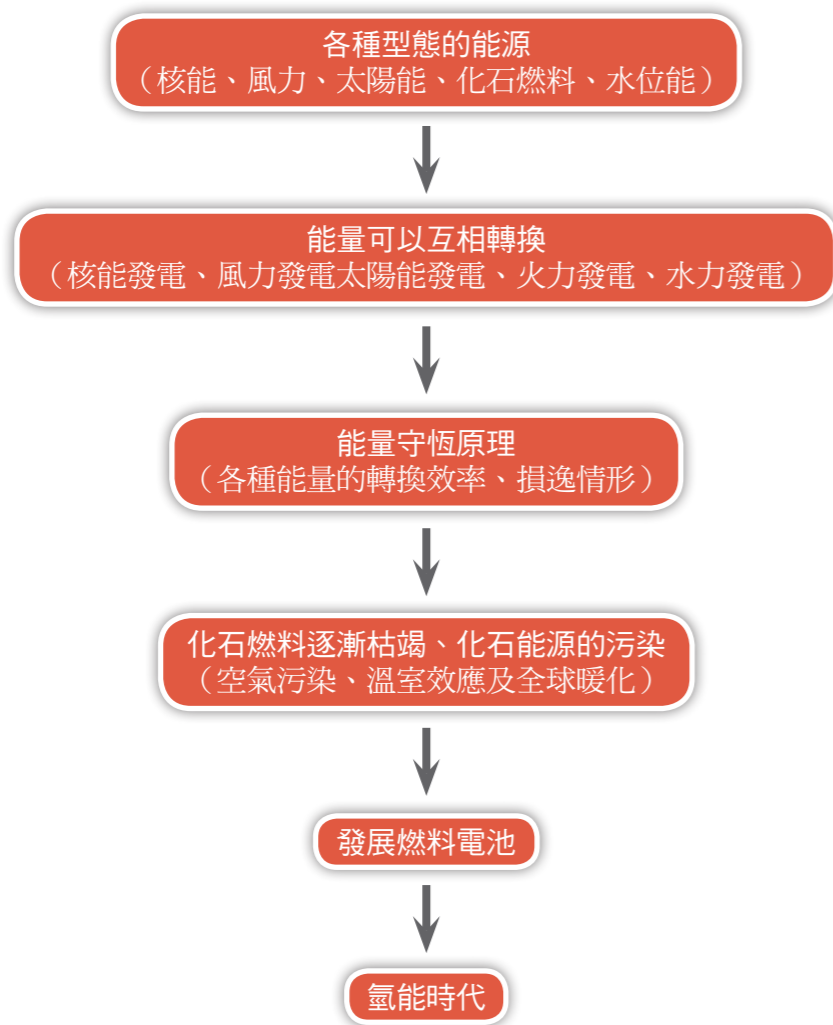
3. 引導學生思考化石燃料所引起的空氣污染、溫室效應及全球暖化的問題。
4. 引導學生思考如何解決化石能源的枯竭與污染問題。

第三節 氫能與燃料電池

1. 引導學生了解綠色環保而深具永續發展之能源的條件。
2. 引導學生討論氫能與燃料電池的可行性。

肆、教學建議

本章教學概念：



第二章 電池的原理與構造

壹、本章教學目標

氧化還原反應都是生活中常見的重要化學反應類型，例如：植物的光合作用、化學燃料的燃燒、鐵的生鏽等，都是常見的氧化還原反應。工業上金屬的冶煉、各種化學品的製造、能源轉換等，也都涉及氧化還原反應。其中，電池是主要的可攜帶能源，不論是日常生活的家電、電腦、心臟病患的心律調節器、精密的實驗測量儀器、太空梭的電力來源及太空人的維生裝置等，電池皆不可或缺。反應過程涉及電能及化學反應，都是電化學研究的範疇，所探討的是化學能與電能的相互轉換。電池是氧化還原反應在日常生活中最大的應用，化學能與電能可以互相轉換，是由構成電池成分間氧化還原反應的化學位能決定，兩種具有不同化學位能的物質聯結起來，就有可能組成一個電池。



化學電池是將化學能轉換成電能的裝置，也是主要可攜帶的能源，與我們日常生活的關係非常密切。除了太陽能電池外，其他的電池都是藉由化學反應釋放出電能。本章教材從電池的起緣談起，讓學生了解金屬離子化的傾向與電池反應的關係；並以銅鋅電池的結構為基礎，說明氧化還原反應；再介紹標準氧化還原電位與電化電池的電動勢，帶入電池的能量轉換。

貳、教學時數建議

	章節名稱	建議教學時數
2-1	電池起緣	0.5
2-2	金屬離子化的傾向	
2-3	氧化還原反應	0.5
2-4	電池的構造	
2-5	電池的電動勢	0.5
2-6	電池的能量轉換	0.5
實驗一	認識電化電池 (化學能 → 電能)	2.0
本章教學時數共4.0節		

**參、單元教學目標****第一節 電池起源**

1. 由閱讀「科學小故事」來了解電池的起源。
2. 從電池的起源讓學生知道金屬離子化傾向與電池產生電能的關係密切。

**第二節 金屬離子化的傾向**

1. 讓學生了解常見金屬離子化傾向的大小順序。
2. 讓學生了解金屬離子化的傾向與氧化還原反應的關係。

**第三節 氧化還原反應**

1. 讓學生了解氧化還原反應及氧化劑、還原劑的定義。
2. 以鋅銅電池及燃料電池為例，來說明電池反應中所涉及的氧化還原反應。

**第四節 電池起源**

1. 以鋅銅電池的結構為基礎，說明自發的氧化還原反應。
2. 使學生了解電池的基本原理、電池的電極、電解質溶液、鹽橋及其功用。

**第五節 電池的電動勢**

1. 讓學生了解半反應的標準還原電位的定義。
2. 利用標準還原電位，預測全反應的電位差（電壓或電動勢）。

**第六節 電池的能量轉換（化學能 → 電能）**

1. 電壓的產生其實就是電池將化學能轉化成電能的證明。
2. 化學能與電能之間的關係可以藉由Nernst equation轉換計算  $\Delta G = -nFE$ 。

**【實驗一】認識電化電池**

1. 如何組裝電化電池？
2. 如何利用三用電表讀取電池的電壓值？
3. 電極的種類與電池的電壓值有何關係？
4. 不同金屬活性的大小與電極的種類有相關聯嗎？
5. 電解質的濃度與電池的電壓值有何關係？

**第三章 燃料電池的簡介****壹、本章教學目標**

電池是主要的可攜帶能源，不論是日常生活中的家電、或是精密實驗測量儀器皆是不可或缺的。電池通常是由太陽能或是化學反應所產生的，近年來由於能源枯竭，如何找到替代性能源及有效的提高能源的使用率是相當重要的。早期的火力發電廠利用燃燒反應，將化學能轉變為熱能，但是這種使用方式，最有效率的發電廠也僅能轉換約40%的化學能為電能。若能利用電化學方法，直接將化學能轉變為電能，將更有效率，而燃料電池及以此種方式產生電能。

**貳、教學時數建議**

	章節名稱	建議教學時數
3-1	燃料電池的起源	約0.5小時
3-2	燃料電池的發電原理	約1.0小時
3-3	燃料電池的效率	約0.5小時
3-4	鹼性燃料電池 (AFC)	約0.5小時
3-5	不同類型燃料電池比較	約0.5小時
本章教學時數共4~5節		

**參、教學單元目標**

本章節主要內容為燃料電池的「起源」、「反應方程式」及「種類」，並強調燃料電池的重要性。氫氧燃料電池是現代最具發展前景的電池，低污染且無使用期限，只要外界不斷的供應氫和氧，可以一直提供穩定的電能。了解氫氧燃料電池電極及電解質溶液的組成及原因，並探究充電與放電時的半反應式及全反應式，及氫氧燃料電池反應的電位。進一步了解氫氧燃料電池的優缺點、技術瓶頸及發展遠景，並加以比較現今幾種新一代的燃料電池，如質子交換膜燃料電池、甲醇燃料電池、磷酸型燃料電池、熔融碳酸鹽燃料電池、固態氧化物燃料電池，了解其相互之間的優缺點，啟發學生將來研究的興趣。

早期研究的氫-氧燃料電池，反應溫度約為70-140°C，可產生0.7伏特，並用強鹼KOH作為電解

質，並以覆蓋白金的多孔性碳板充作電極。而近期的氫-氧燃料電池，以聚合物電解質膜(PEM)燃料電池（也稱作質子交換膜燃料電池）為最普遍地被使用在汽車等等日常生活中的電器上，為了有效提高電壓，即用許多的PEM燃料電池堆，來產生有效電力。燃料電池的最大優點除可提高能源使用率外，產物為水蒸氣也大大降低環境污染。

### 第一節 燃料電池的起源

1. 瞭解氫氧鹼性燃料電池起源。
2. 瞭解目前燃料電池最大的貢獻及用途。
3. 簡單製作燃料電池並討論其發電的方，進而比較電解與其異同。

### 第二節 燃料電池的發電原理

1. 讓學生體驗以鹼製程製作生質柴油。
2. 讓學生了解用料、製程對製造生質柴油之影響。
3. 使學生了解轉酯化所導致的油脂特性改變。

### 第三節 燃料電池的效率

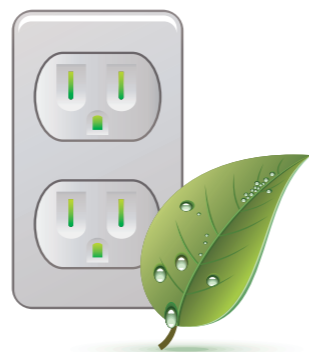
1. 瞭解氫氧鹼性燃料電池與燃料直接燃燒發電的轉換效率。
2. 瞭解氫氧鹼性燃料電池其電極中的氧化還原反應。

### 第四節 氫氧鹼性燃料電池(AFC)

1. 瞭解氫氧鹼性燃料電池的反應方式。
2. 瞭解燃料電池材料的發展，配合燃料電池的進料、設計，需搭配不同的電解質材料及各種不同的燃料。

### 第五節 不同類型燃料電池比較

1. 瞭解各種不同類型燃料電池的分類極燃料的種類。
2. 瞭解各種不同燃料電池材料的特性及應用。



## 第四章 質子交換膜燃料電池

### 壹、本章教學目標

燃料電池雖然名為電池，但事實上更像一個特殊的發電機（或內燃機），原因在於一般電池為封閉式系統，而燃料電池屬於開放式系統，它並不儲存能源，而是轉換能源。若我們拿燃料電池與內燃機作比較，不難發現它們的相似性，不過燃料電池利用觸媒啟動氧化還原反應，不必經過劇烈燃燒即可產生能源。燃料電池直接由燃料氧化產生電能，因此其放電電流可以隨著燃料供應量增加

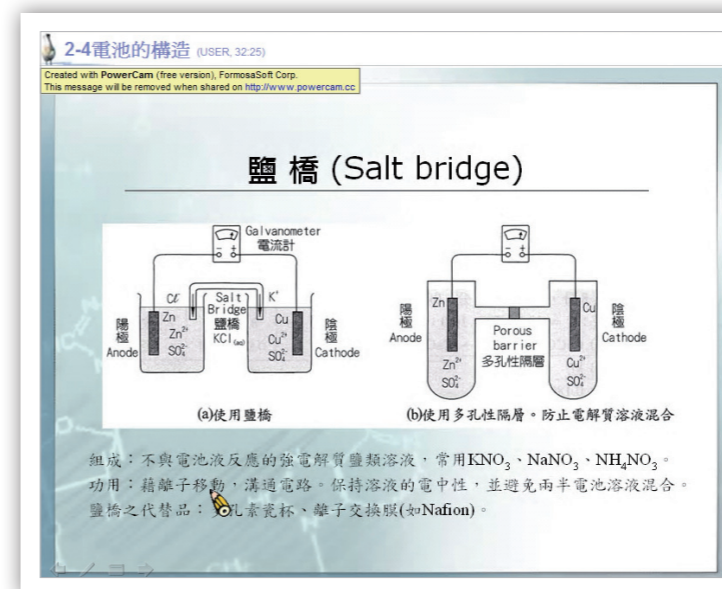
而增大，若再將其串聯成電池堆(fuel cell stack)，則可以提供大量電流或大電壓，因而具有超高的能源密度。此外，燃料電池沒有電力衰竭及充電的問題，只要持續供給燃料及氧氣，便可持續發電。

目前成功的燃料電池應用實例有大型發電機、火箭能源供應器、機動車輛能源供應器等等。近來，將燃料電池微型化，並運用於可攜式電子產品（包括行動電話、手提電腦、數位相機等），或作為可攜型發電機，更成為新一波的

發展趨勢。更加微小的設計則可運用於長放型微感測器、分離式通訊系統上。不論其尺寸大小，燃料電池總有其能源效率高、污染性低之優點，特別是降低大氣污染及減少二氧化碳的排放，將是其發展的趨勢。

隨著近數十年來奈米科技的發展，燃料電池在技術上已經有了重大突破，特別是低溫操作的PEMFC的問世，使燃料電池得以由高不可攀的太空科學進入民生應用的範疇。PEMFC基本設計是由兩個電極夾著一層高分子薄膜之電解質，電解質需要維持溼度，使其成為離子導體(ionic conductor)。在PEMFC中，電解質為氫離子（質子）導體，故名為質子交換膜(protion conducting membrane, PEM)或簡稱質導膜。電極通常為多孔性碳，其上多包含作為催化劑之用的白金粉末。

本章節我們特別針對質子交換膜燃料電池作介紹，因為此類燃料電池是最直接使用在我們生活週遭。



**貳、教學時數建議**

	章節名稱	建議教學時數
4-1	質子交換膜燃料電池(PEMFC)	約0.5小時
4-2	直接甲醇燃料電池(DMFC)	約0.5小時
4-3	膜電極組(MEA)	1.0
本章教學時數共2節		

**參、教學單元目標****第一節 單元教學目標**

1. 了解質子交換膜燃料電池的基本組成及構造。
2. 了解質子交換膜燃料電池的工作原理。
3. 了解質子交換膜燃料電池的反應方程式及其特點。

**第二節 直接甲醇燃料電池(DMFC)**

1. 了解直接甲醇燃料電池的基本組成及構造。
2. 了解直接甲醇燃料電池的工作原理。
3. 了解直接甲醇燃料電池的反應方程式及其特點。

**第三節 膜電極組(MEA)**

1. 讓學生明白膜電極組的結構及其作用。
2. 讓學生明白膜電極組是製作質子交換膜燃料電池成敗的關鍵。

**第五章 燃料電池的發展****壹、本章教學目標**

本章針對燃料電池的優缺點及應用發展加以說明－燃料電池在運轉時，比目前內燃機與火力發電使用石化能源之運轉方式，能量轉換效率高、分散性與機動性高、燃料取得多樣性、低污染性。但是，既然燃料電池優點這麼多，為何還是無法普及。主要原因是一造價昂貴、啟動性能慢、氫氣

儲存技術不易、碳氫燃料無法直接利用。各國政府研究單位、各大汽車公司均投入相當多的研究經費與人力，都希望能改善這些缺點，並在燃料電池這領域拔得頭籌。

**貳、教學時數建議**

	章節名稱	建議教學時數
5-1	燃料電池的優缺點	約0.5小時
5-2	燃料電池的應用與發展	約0.5小時
實驗二	認識燃料電池	約1.0小時
本章教學時數共2節		

**參、教學單元目標**

早期研究的氫-氧燃料電池，反應溫度約為70-140°C，可產生0.7伏特，並用強鹼KOH作為電解質，並以覆蓋白金的多孔性碳板充作電極。而近期的氫-氧燃料電池，以聚合物電解質膜(PEM)燃料電池（也稱作質子交換膜燃料電池）為最普遍地被使用在汽車等等日常生活中的電器上，為了有效提高電壓，即用許多的PEM燃料電池堆，來產生有效電力。燃料電池的最大優點除可提高能源使用率外，產物為水蒸氣也大大降低環境污染。

**第一節 燃料電池的優缺點**

1. 瞭解燃料電池的優點（相較於目前使用的石化燃料與核能）。
2. 瞭解燃料電池的缺點（相較於目前使用的石化燃料與核能）。

**第二節 燃料電池的應用與發展**

1. 瞭解燃料電池在各方面的應用。
2. 瞭解燃料電池目前在各國的發展。

