

十二年國民基本教育  
自然科學領域教學模組  
研發模式與示例研發計畫  
104 年成果報告

(二)

國小高年級組

主題

電的來龍去脈

「能量」大概念教學模組

委辦單位：教育部國民及學前教育署

承辦單位：國家教育研究院

計畫主持人：國家教育研究院曾世杰副院長

國立臺灣師範大學科學教育研究中心張俊彥主任

共同主持人：國立臺中教育大學科學教育與應用學系黃鴻博教授

國家教育研究院黃茂在副研究員

國家教育研究院吳文龍助理研究員

中華民國 105 年 3 月 31 日

Energy  
能量

n  
e  
y

電

國小自然科學高年級  
「能量」大概念教學模組教材

的來龍去脈



# 目 次

一、基本資料	1
1.1 教學主題	1
1.2 研發團隊	1
1.3 活動名稱	1
1.4 使用說明	2
二、設計理念	3
三、模組架構	4
四、模組特色	5
五、教學活動	6
5.1 大概念教學模組教案設計	6
5.2「電的來龍去脈」大概念教學模組教材	17
六、試教成果	44
6.1 教學活動紀錄	44
6.2 學生學習歷程	48
6.3 教學研討會議	53
6.4 教學省思與教學回饋建議	57
6.5 大概念教學模組價值與運用限制	58

## 圖 目 次

圖 1-1 富蘭克林引接雷電的實驗-----	17
圖 1-2 發電的原理-----	18
圖 1-3 搖搖發電機實驗器材-----	19
圖 1-4 將已纏繞好的漆包線圈套入粗吸管中-----	19
圖 1-5 用泡棉膠固定黏貼在兩端-----	19
圖 1-6 將預留的兩端漆包線以砂紙磨掉表漆約 2cm 長，各連接 LED 燈的任一端 -----	19
圖 1-7 將強力磁鐵放入，兩端緊緊地塞入衛生紙，然後以膠帶固定，避免磁鐵 搖晃時掉出-----	19
圖 1-8 太陽能發電原理-----	20
圖 1-9 火力發電-----	20
圖 1-10 水力發電-----	21
圖 1-11 風力發電-----	21
圖 1-12 潮汐發電-----	22
圖 1-13 地熱發電-----	24
圖 2-1 台電系統發電量占比-----	25
圖 2-2 台灣電廠及電網分布圖-----	26
圖 2-3 世界各國主要的發電方式-----	26
圖 2-4 看看這路上幾乎沒有汽車-----	27
圖 2-5 德國使用能源的趨勢-----	27
圖 2-6 將泡棉膠帶黏貼於發電機背面-----	28
圖 2-7 組合發電機組-----	28
圖 2-8 於寶特瓶身上鑽一小孔-----	28
圖 2-9 撕開泡棉膠帶，將發電機組黏貼於寶特瓶身上-----	28

圖 2-10 再以熱融膠槍在發電機於寶特瓶交接處做補強	28
圖 2-11 將 LED 燈固定於寶特蓋上	28
圖 2-12 將另一只寶特瓶剪成扇葉(4 扇或 3 扇)	29
圖 2-13 將寶特瓶以熱融膠槍與發電機組黏合	29
圖 2-14 完成風力發電機	29
圖 3-1 伏打堆	30
圖 3-2 鋅銅電池	30
圖 3-3 不同型號的碳鋅電池	31
圖 3-4 鹼性電池	31
圖 3-5 鈕扣型鋰電池	31
圖 3-6 汽車用鉛蓄電池	31
圖 3-7 鎳氫電池與充電器	31
圖 3-8 鋰離子聚合物電池	31
圖 3-9 簡易萊頓瓶製作材料	31
圖 3-10 將杯子的下半部外圍上鋁箔,剪一條長方形鋁箔	31
圖 3-11 將長方形鋁箔一端夾在兩杯之間,一端露出在杯外	32
圖 3-12 操作方法	32
圖 3-13 萊頓瓶剖面圖	32
圖 4-1 銅線、電池、指北針	34
圖 4-2 把漆包線纏繞到螺絲釘上	34
圖 4-3 再接上電池	34
圖 4-4 看誰能吸引最多的迴紋針	34
圖 4-5 將磁鐵靠近迴紋針上的線圈	35
圖 4-6 磁鐵靠近指北針會發生什麼現象	35
圖 4-7 線圈靠近指北針會產生什麼現象	35

圖 4-8 接上電池，讓線圈通電後再接近指北針，有沒有什麼不一樣的地方---	35
圖 4-9 把兩塊磁鐵靠近會發生什麼事-----	36
圖 4-10 將通電的線圈跟磁鐵靠近會發生什麼事呢-----	36
圖 4-11 組成電動機的這幾樣零件，有哪些是可以被取代的-----	37
圖 5-1 電費單-----	38
圖 5-2 消耗功率標籤貼紙-----	39
圖 5-3 測量電功率-----	39
圖 5-4 吹風機-----	40
圖 5-5 電風扇-----	40
圖 5-6 電腦-----	41
圖 5-7 電鍋-----	42
圖 5-8 冰箱-----	42
圖 5-9 吹風機-----	42
圖 5-10 電視-----	42
圖 5-11 能源效率標示圖-----	42
圖 5-12 能源效率標示圖(1 級)-----	43
圖 6-1 老師說明電能的傳遞-----	44
圖 6-2 了解電能及動能的形式轉換-----	44
圖 6-3 學生測試自製電動機-----	44
圖 6-4 學生踴躍發言-----	44
圖 6-5 學生自製搖搖發電機-----	44
圖 6-6 學生開心展示自製搖搖發電機-----	44
圖 6-7 老師說明臺灣現在發電方式所佔的比例-----	45
圖 6-8 學生踴躍發言-----	45
圖 6-9 學生利用回收寶特瓶製作風力發電機-----	45

圖 6-10 測試風力發電機的運行成效-----	45
圖 6-11 老師說明火力發電的發電原理-----	45
圖 6-12 讓學生分組探討能源轉換的方式-----	45
圖 6-13 儲電實驗-簡易萊頓瓶製作-----	46
圖 6-14 老師說明如何測量電器用品的電功率-----	46
圖 6-15 電能應用：合作測量電器電功率-----	46
圖 6-16 請各組分享所測量的結果-----	46
圖 6-17 學習小日記 1-----	46
圖 6-18 學習小日記 2-----	46
圖 6-19 學習小日記 3-----	47
圖 6-20 學習小日記 4-----	47

## 表 目 次

表 1 活動名稱一覽表-----	1
------------------	---



# 一、基本資料

## 1.1 教學主題

「電的來龍去脈」：能無所不在—能量可以傳遞，形式可以轉換

## 1.2 研發團隊

◎指導教授：

黃鴻博 國立臺中教育大學科學教育與應用學系教授

吳穎洵 國立中央大學網路學習研究所副教授

黃茂在 國家教育研究院副研究員

吳文龍 國家教育研究院助理研究員

◎教材編撰、試教、修訂：

李永烈 臺中市大甲區德化國民小學校長(臺中市國教輔導團自然小組召集人)

林鴻仁 臺中市大甲區德化國民小學退休主任(臺中市國教輔導團自然小組研究員)

李順興 臺中市大甲區華龍國民小學輔導主任(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

王建仁 臺中市大甲區德化國民小學總務主任(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

沈招馨 臺中市大甲區華龍國民小學總務主任(臺中市國教輔導團自然小組輔導員)

掌慶怡 臺中市大甲區德化國民小學學輔主任(臺中市能源科技教育中心種子教師)

吳佳霓 臺中市大甲區德化國民小學行政助理(臺中市能源科技教育中心種子教師)

## 1.3 活動名稱

表 1 活動名稱一覽表

活動名稱	
活動一電從哪裡來?	1-1 電的發現
	1-2 發電的原理
	1-3 電從哪裡來?
活動二電能可由不同能量形式轉化而來	2-1 臺灣的發電方式
	2-2 作簡易風力發電機
活動三電到哪裡去?	3-1 電池與充電
	3-2 電池電能再轉換成其他形式的能量
活動四簡易電動機製作	4-1 電能的傳遞
	4-2 電能的轉換(電能產生什麼?)
活動五能耗與碳排	5-1 跑跑一度電
	5-2 省能我最行

## 1.4 使用說明

本教科書原型嘗試以「能在哪裡？能做什麼？」、「能無所不在」做為跨科大概念教學核心，並以「電的來龍去脈」為教材主題來貫穿整個教學活動。

教師可透過「電從哪裡來？」、「電能可由不同能量形式轉化而來」、「電到哪裡去？」、「簡易發電機製作」、「能耗與碳排」等五個主題課程及探究活動，讓學生了解地球上存在的能量具有許多型式，且各種形式間是可以互相轉換的。並藉由基本問題的提問，讓學生經歷積極審視課程內容的過程，使學生能深化其對「能量」大概念的理解。

## 二、設計理念

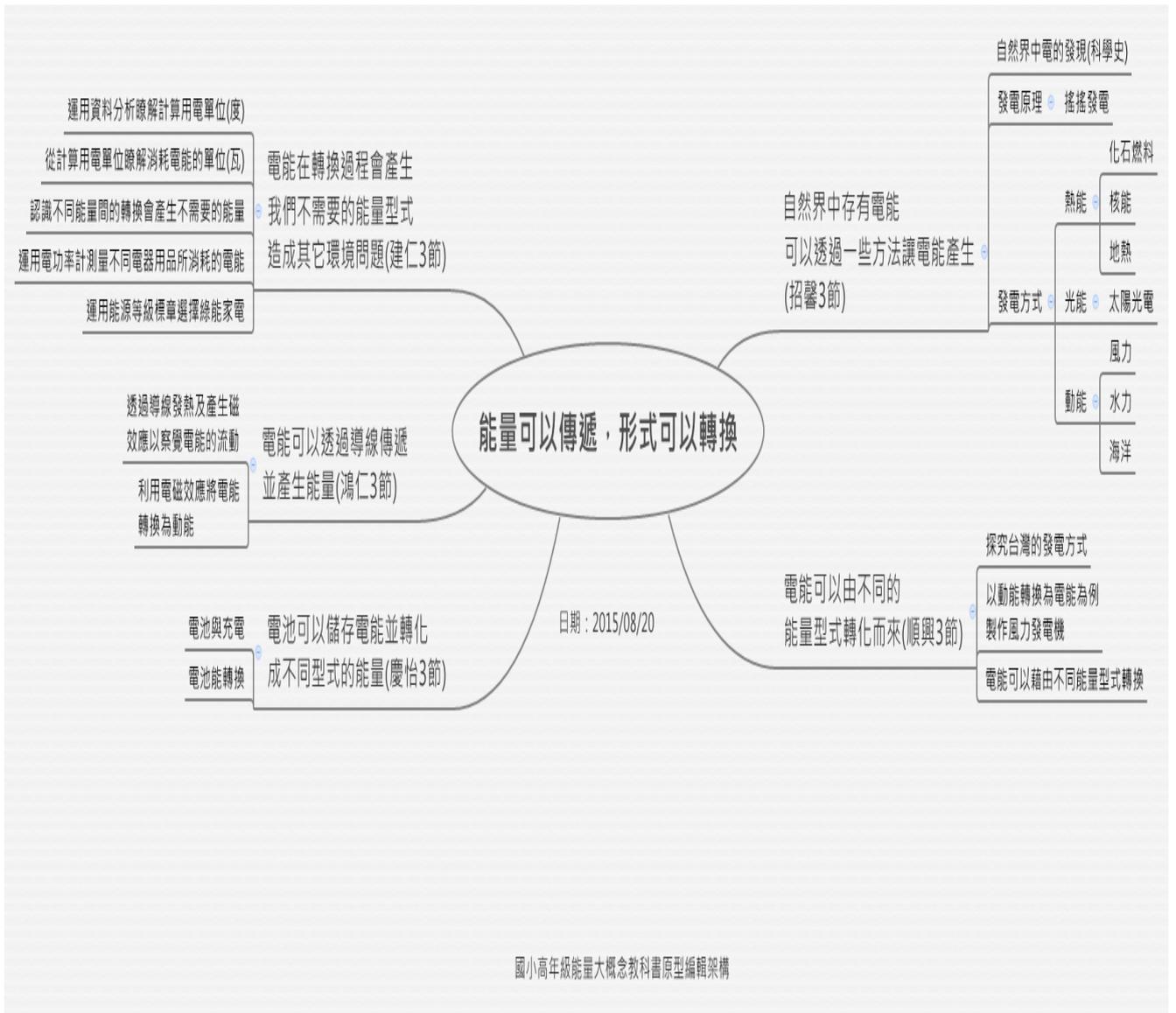
「能量」是重要的科學概念，不同「能量」的形式與轉化，造就了形形色色的自然與人造世界。然而，對國小階段的兒童而言，學習與理解「能量」是重要也是困難的，因為能量的物理意義是抽象而不容易掌握，且容易造成迷失概念。十二年基本教育自然科學領域新課綱學習內容將「能量」列為重要的學習內容，如何在國小進行能量相關內容的教學，發展合適的教材模組，為本研究之主要目標。

本教學模組研發以大概念(Big idea)為設計核心理念，大概念可以是一個另類觀點、主題、活動策略、理論；大概念可以在一堆不重要的事實中分析出線索，並指引方向找出更多的事實真象以及有說服力的敘述，藉由可探究關鍵的概念、議題、或引起爭議的問題、或尚未發現、或存在於課程內容做為基本問題(Essential question)，透過基本問題的提問，讓學生經歷積極審視課程內容的過程，使學生能深化其理解。

本教學模組教材以「能量的形式與轉換」做為大概念教學核心，並以學童日常接觸使用的「電的來龍去脈」為教材主題來貫穿整個教學活動。將「地球上最大的能量來源-太陽」、「能量可以傳遞，形式可以轉換」等概念，透過「電到哪裡去?」「電能可由不同能量形式轉化而來」、「電從哪裡來?」、「簡易發電機製作」、「能耗與碳排」等教材學習及學生探究活動，讓學生了解地球上存在的能量具有許多形式，且各種形式間是可以互相轉換的，不同能量形式的功能也有差別，人類可以讓「能量」以人們所需的形式存在，提供利用，解決人類面臨的問題，並回應新課綱培養基本科學素養之目標。

### 三、模組架構

本教學模組教材以「能量的形式與轉換」做為大概念教學核心，並以學童日常接觸使用的「電的來龍去脈」為教材主題來貫穿整個教學活動，教學模組架構如下圖。將「地球上最大的能量來源-太陽」、「能量可以傳遞，形式可以轉換」等概念，透過「電到哪裡去?」、「電能可由不同能量形式轉化而來」、「電從哪裡來?」、「簡易發電機製作」、「能耗與碳排」等教材學習及學生探究活動，讓學生了解地球上存在的能量具有許多形式，且各種形式間是可以互相轉換的，不同能量形式的功能也有差別，人類可以讓「能量」以人們所需的形式存在，提供利用，解決人類面臨的問題。



## 四、模組特色

本教學模組教材以「能量的形式與轉換」做為跨科大概念教學核心，並以「電的來龍去脈」為教材主題來貫穿整個教學活動。主要的大概念教材特色可以包括以下幾點：

- (一)以三層電能概念為主題的教學，培養能量大概念；
- (二)將教材課本與習作整合，並設計課前概念提示、學習概念預告、關鍵提問、自我檢核等，讓教師引導學生統整概念；
- (三)運用學習筆記，以科學繪圖讓學生針對實驗及現象進行科學解釋，藉以檢核概念架構是否正確；
- (四)透過大概念教案檢核，檢視科學素養的培養。

## 五、教學活動

### 5.1 「能量－電的來龍去脈」大概念教學模組教案

#### 活動一、電從哪裡來？

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	探究能力	科學的態度與本質	知識概念	探究能力	科學的態度與本質	
活動1-1 電的發現	一、進行閱讀－富蘭克林 二、進行閱讀－法拉第 三、完成習作討論。	課本	5 5 10	閱讀理解	從閱讀內容知道電的發現	<u>思考智能</u> *想像創造 ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性，會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識、科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。	*養成應用科學思考與探究的習慣 ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。	從閱讀內容知道電的發現	從學生習作討論中檢視	口頭評量	

活動 1-2 發電的原理	一、搖搖發電機製作 二、透過操作了解動能可以轉換為電能。 三、歸納與總結	剪刀、強力圓柱形磁鐵一個、粗吸管、衛生紙、0.1mm 漆包線圈(已纏繞 200 圈)、泡棉膠、膠帶。	40 10 10	POE	透過手搖發電機了解發電的原理	<u>問題解決</u> *觀察與定題 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。	*認識科學本質 an-III-1 透過科學探究活動，了解知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。	透過手搖發電機了解發電的原理	實作評量	口頭評量
活動 1-3 電從哪裡來？	一、認識各種發電的方式。 二、將各種發電方式予以分類(可再生、不可再生) 三、歸納與總結	課本	20 10 10	閱讀理解	知道各種發電的方式。	<u>問題解決</u> *觀察與定題 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。	*養成應用科學思考與探究的習慣 ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。	知道各種發電的方式。	口頭評量	口頭評量

## 活動二、電能可由不同能量形式轉化而來

活動 2-1 臺灣的發電方式	<p>一、了解完各種電能的來源，猜猜看臺灣主要發電的方式有哪些嗎？</p> <p>二、知道目前世界各國正在開發的發電。</p> <p>三、完成習作討論。</p>	課本	10  5  10	閱讀理解	從圖表中判斷並得知各項資訊	<p><u>問題解決</u></p> <p>*分析與發現 pa-III-1 能分析比較、製作圖表、運用簡單數學等方法，整理已有的資訊或數據。 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(例如來自同學)比較對照，檢查相近探究是否有相近的結果。</p>	*養成應用科學思考與探究的習慣 ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。	從圖表中判斷並得知各項資訊	口頭評量  習作檢核	口頭評量	
活動 2-2 發電的原	<p>一、製作簡易風力發電機</p> <p>二、透過操作了解動能可以轉換為電能。</p> <p>三、歸納與總結</p>	600c.c 寶特瓶 2個、泡綿膠帶、剪刀、熱融膠槍、發電機組	55	POE	透過製作簡易風力發電機了解發電的原理	<p><u>問題解決</u></p> <p>*計劃與執行 pe-III-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記</p>	*認識科學本質 an-III-1 透過科學探究活動，了解科學知識的基礎是	透過製作簡易風力發電機了解發電的原理	實作評量	口頭評量	

理						錄。	來自於真實的經驗和證據。				
---	--	--	--	--	--	----	--------------	--	--	--	--

### 活動三、電到哪裡去？

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	探究能力	科學的態度與本質	知識概念	探究能力	科學的態度與本質	
活動3-1 電池與充電	一、已經知道發電廠把各種不同形式的能量藉由發電機轉換為電能，一旦發電機停下來，好不容易得到的電很快會消失。能否找到一個保存電的方法呢？ 二、電池的發明 三、常見的電池與電池分類 四、淺談氫燃料電池。 五、討論一次電池與充電電池哪一種對環境比較好，為什麼？怎麼比？比價格？比使用次數？比充電時間長短？比自放電否？	課本  碳鋅電池鹼性電池鈕扣型鋰電池鉛蓄電池鎳氫電池與充電器	5  10 15 10 15	討論教學  閱讀  討論教學	電可以儲存  電可就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，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	<u>問題解決</u> *討論與傳達 pc-III-2 能利用簡單形式的口語、文字、或圖畫等，表達探究之過程、發現。 <u>思考智能</u> *批判思辨 tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，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	*培養科學探究的興趣 ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。 *認識科學本質 an-III-1 透過科學	知道電可以儲存  知道電可以儲存  知道電可以儲存	能依據習得的知識與資料的正確性，辨別選用電池  能依據習得的知識與資料的正確性，辨別選用電池  能依據習得的知識與資料的正確性，辨別選用電池	培養科學探究的興趣 批判思辨 能找出比較好的	

	六、做成紀錄(海報製作)發表 七、儲電實驗-簡易萊頓瓶製作	塑膠杯 2 個、 鋁箔紙、PVC 水管毛布	5  20	實作  實作		差異。	探究活動，了解科學知識的基礎是來自於真實的經驗和證據。				
活動 3-2 電池 電能 再轉換 成其他 形式的 能	一、電池污染與回收 二、電池儲存電能轉換其他形式的能量?(能量形式包含熱能、位能、動能、電能、聲能、光能、化學能等等) 三、完成習作—電器能量轉換路徑	PP 板*10 片	10 25  5 分	講述 教學  討論  實作	電能 可以 轉換 為其 他能 量	<u>思考智能</u> *推理論證 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，並提出自己的知道與他人的差異。	*養成應用科學思考與探究的習慣 ah-III-1 利用科學知識理解日學生活觀察到的現象。	知道 電池 會造 成汙 染  知道 電能 可以 轉換 為其 他能 量	能建立 能量之 間互相 轉換的 模式	能與同學 討論並調 整能量轉 換路徑	

活動四、簡易電動機											
活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	探究能力	科學的態度與本質	知識概念	探究能力	科學的態度與本質	
活動4-1 能量的傳遞	一、電能的傳遞（通電了沒有？） 二、導線通電後會發生什麼事呢？ 三、怎麼知道有電？ 四、電磁鐵操作 五、討論與報告總結歸納	指北針、小風扇、LED燈、電池、導線、	10 10 15 5	POE	知道能量可以藉由電流傳遞。	<u>思考智能</u> *推理論證 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。	*培養科學探究的興趣 ai-III-1 透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心。	知道通電使物體發光、發熱或轉動等現象。	從學生實際操作過程及口頭報告中檢視。	從學生的學習活動中觀察學生的學習態度	
活動4-2 電能的	一、電能的轉換（電能產生什麼？） 二、線圈旋轉的動力來源 1. 復習磁鐵的特性。 2. 認識永久磁鐵與電磁鐵的差異及電磁鐵的特性。	電池、漆包線、鐵釘、指北針、永久磁鐵	20 10 10	POE	能運用電磁效應，將電能轉換為動	<u>思考智能</u> *建立模型 tm-III-1 能經由簡單的探究與理解建立模型，且能從觀察及實驗過程中，理解到有不同模型的存在。	*養成科學思考與探究的習慣 ah-III-1 利用科學知識理解	能透過操作說出電能產生電磁效	從學生互動討論中檢視	從學生的操作與口頭報告中檢視	

轉換	3. 探討電動機的轉動原理		40		能		日常生活觀察到的現象。	應而使線圈轉動。			
4-3 電動機再發現（差異化教學）	一、改變電動機的轉動方向。 二、電動機的零件替換。 三、改變電動機的轉動速度。 四、改造電動機。 五、特色報告	電池、漆包線、鐵釘、指北針	10 20 20 10	5E	電流的方向與大小會影響電機的運作	<u>問題解決</u> *計劃與執行 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。	*養成科學思考與探究的習慣 ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。	可以透過操作電流使電動機改變運轉方向及速度	能依教科書的說明了解探究計畫完成操作	從學生改造電動機後的特色報告中檢核	

### 活動五、能耗與碳排

活動名稱	教學內容	教具	時間分配	教學策略	目標			評量			備註
					知識概念	探究能力	科學的態度與本質	知識概念	探究能力	科學的態度與本質	

<p>活動 5-1 跑跑一度電</p>	<p>一、探討電費單的內容及意義，並瞭解用電單位「度」。 二、介紹電功率。</p>	<p>電費單、ppt</p>	<p>20</p>	<p>PBL</p>	<p>了解用電單位「度」及電功率。</p>	<p><u>思考智能</u> *想像創造 ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。 <u>問題解決</u> *觀察與定題 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。 *討論與傳達 pc-III-1 能理解同學報告，提出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方</p>	<p>*培養科學探究的興趣 ai-III-1 透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心。 ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。</p>	<p>瞭解用電單位「度」及電功率。</p>	<p>1a-III-1 2a-III-1 2d-III-1</p>	<p>3-III-1 3-III-3</p>	
-----------------------------	---	----------------	-----------	------------	-----------------------	---	---	-----------------------	---	----------------------------	--

						法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。					
活動 5- 2 省能 我最 行	一、介紹不同家電用品，並探討各家電用品能量轉換的形式。 二、討論家電用品在能量轉換時所產生不需要的能量形式。	ppt	20	5E	家電用品能量轉換的形式轉換時及所產生不需要的能量形式。	<u>思考智能</u> *推理論證 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。 <u>問題解決</u> *觀察與定題 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。 *討論與傳達 pc-III-1 能理解同學報告，提	*培養科學探究的興趣  ai-III-3 參與合作學習並與同儕有良好的互動經驗，享受學習科學的樂趣。	家電用品能量轉換的形式轉換時及所產生不需要的能量形式。	1b-III-1 2a-III-1 2d-III-1	3-III-3	

						出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。					
活動 5-3 測量電功率	一、運用功率計，預測並測量各家電用品的電功率。 二、透過討論歸納耗電原則。	功率計、家電用品	30	POE	會使用功率計瞭解各家電用品的電功率及耗電原則。	<p><u>思考智能</u> *推理論證 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。 *批判思辨 tc-III-1 能就所蒐集的數據或資料，進行簡單的紀錄與分類，並依據習得的知識，思考資料的正確性及辨別</p>	<p>*培養科學探究的興趣 ai-III-2 透過成功的科學探索經驗，感受自然科學學習的樂趣。 *養成科學思考與探究的習慣 ah-III-2 透過科學探究活動</p>	會使用功率計瞭解各家電用品的電功率及耗電原則。	1b-III-1 1c-III-1 2b-III-2 2c-III-1	3-III-2 4-III-2	

					<p>他人資訊與事實的差異。</p> <p><u>問題解決</u></p> <p>*計劃與執行</p> <p>pe-III-2</p> <p>能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備與資源。能進行客觀的質性觀測或數值量測並詳實記錄。</p> <p>pc-III-1</p> <p>能理解同學報告，提出合理的疑問或意見。並能對「所訂定的問題」、「探究方法」、「獲得之證據」及「探究之發現」等等之間的符應情形，進行檢核並提出優點和弱點。</p>	<p>解決一部分生活週遭的問題。</p>				
--	--	--	--	--	--	----------------------	--	--	--	--

## 5.2 「能量－電的來龍去脈」大概念教學模組教材

### 電的來龍去脈

#### 活動一、電從哪裡來？

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 能量有不同的形式。 <input type="checkbox"/> 能量是能讓東西做事的能力。 <input type="checkbox"/> 能發現[太陽]能可以轉換成動能及熱能。	<input type="checkbox"/> 知道發電的原理幾乎都是動能、熱能可以轉換成電能。 <input type="checkbox"/> 認識太陽能、燃燒、水力、風力、潮汐將動能轉換成電能的原理。 <input type="checkbox"/> 了解臺灣主要的發電方式。

#### 活動 1-1 電的發現

在家裡、學校甚至任何地方，電和我們的生活已密不可分，生活中的電器用品，像是鬧鐘、手電筒，這些電能的來源是來自電池。其他像電扇、洗衣機、冷氣…等，它們也是插上插頭，就可以讓機器運轉，但是電是如何被發現的呢？

##### 【富蘭克林】

美國有一位全方位的偉大人物，許多學者稱他是「美國的聖人」、「美國革命之父」，他就是班傑明·富蘭克林（Benjamin Franklin）。1746年，富蘭克林在看過萊頓電瓶的實驗後，開始了電學的研究。依照他的看法，他認為雷電與摩擦起電的性質是相同的，於是便對雷電進行長期的觀察、對比、及分析，結果發現它們有許多共同之處：包括發光、顏色光線曲折形狀、可由金屬導電、發出爆裂的聲響等。於是大膽的富蘭克林，計劃著進行一個驚人的實驗...



1752年7月富蘭克林與兒子威廉，在一間四面開敞的木棚裡，進行引接雷電的實驗。首先他將絲綢做成風箏，頂端縛了一根尖細的金屬絲，再用一條長長的繩子繫著風箏。繩子另一端末梢繫著充作絕緣的綢帶，因為人躲在木棚裡，綢帶一直保持乾燥，綢帶的另一端握在手中。綢帶與風箏交接處，掛上一串鑰匙作為斷路器以避免觸電。當閃電擊中風箏後，他們父子看到繩上纖維豎起，富蘭克林禁不住伸出去摸一下，突然指尖與鑰匙間發生火花，左半身麻了一下，富蘭克林興奮的告訴兒子說：「這就是電！！」

後來富蘭克林以一篇論文《論閃電和電氣的相同》，寄給英國皇家學會，起先受到當時科學家的冷落，不久法國的科學家，在巴黎成功地重複這個實驗後才受到重視，甚至被當

圖 1-1 富蘭克林引接雷電的實驗

時的法王路易十五世請去當場表演，歐洲科學界開始承認富蘭克林的成果，並且接納他成為

皇家學會會員，並授與柯普利金質獎章。因為富蘭克林的這個實驗，許多科學家從此開始轉向研究「電」，間接開啟了電學研究的時代。值得一提的是，許多科學家在重做這個實驗時，都發生意外死亡，富蘭克林沒被電死，可以說是相當幸運。

圖片來源：科學名人堂-富蘭克林 [http://www.bud.org.tw/museum/s\\_star08.htm](http://www.bud.org.tw/museum/s_star08.htm)

### 【法拉第】

1831年，一位名叫做「法拉第」的英國學者發現了發電的原理。如圖所示，他將金屬線一圈圈環繞起來形成的東西，叫做「線圈」，而將磁鐵穿過線圈時，其磁力可以使金屬線中的自由電子按固定的方向開始流動，電因此產生。

如果再加快磁鐵的運動速度，就能產生出很強的電流，不過，要用極快的速度多次地驅動磁鐵是非常困難的。那如果不是移動磁鐵，而是旋轉線圈，結果會是怎樣呢？嘗試過後發現同樣能產生電來，而且旋轉線圈顯得更為簡單！

現在，大型發電機幾乎都採用在磁鐵中轉動線圈來發電的方式。例如：在山上可以見到的水力發電廠，它將河流在阻擋在水壩處，水流便從高處往下飛落，利用其落下的力量帶動一種叫做「渦輪機」的水車，進而轉動線圈。在火力發電廠，則是燃燒煤炭和石油使水沸騰，利用釋放的蒸氣驅動渦輪機。

當然，最近在西部海濱經常能看到利用風力發電的大螺旋槳，也是將其旋轉傳遞給線圈，從而進行發電的。可以這麼說，如果存在能讓線圈轉動的力，就能用任何方法來發電了。

圖片來源：不可思議的電力-兒童探險家

<http://discovery.panasonic.com.tw/science/library/lib01elc/101017.html>

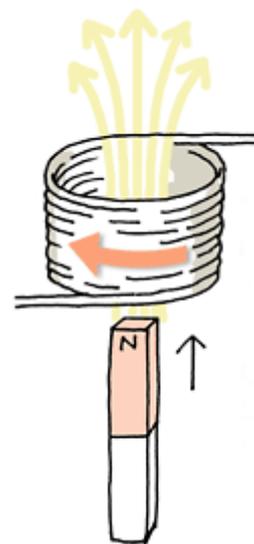


圖 1-2 發電的原理

### 閱讀後請回答下列問題：

一、第一篇富蘭克林發現電的過程中，他主要是利用什麼工具來接引雷電呢？

答：\_\_\_\_\_

二、富蘭克林認為雷電和摩擦生電有何相同之處呢？(請寫二種)

答：\_\_\_\_\_

三、法拉第的線圈實驗中，為了增加電流，除了加快磁鐵的速度外，還可以利用什麼方式呢？

答：\_\_\_\_\_

## 活動 1-2 發電的原理

了解了電的發現，那究竟電是如何產生的呢？我們可以透過製作搖搖發電機來解釋。

### 實驗操作—搖搖發電機

實驗器材：剪刀、強力圓柱形磁鐵一個、粗吸管、衛生紙、0.1mm 漆包線圈(已纏繞 200 圈)、泡棉膠、膠帶。



圖 1-3 搖搖發電機實驗器材



圖 1-4



圖 1-5

① 將已纏繞好的漆包線圈套入粗吸管中

② 用泡棉膠固定黏貼在兩端

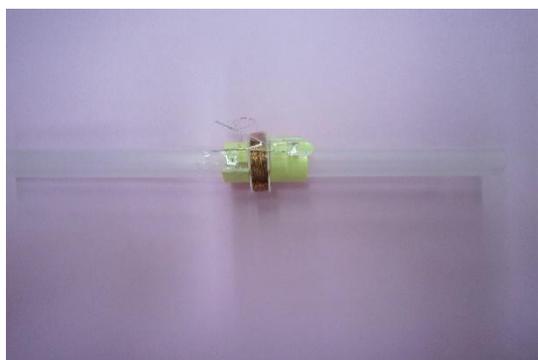


圖 1-6

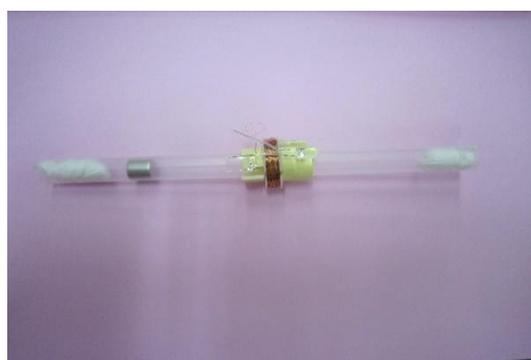


圖 1-7

③ 將預留的兩端漆包線以砂紙磨掉表漆約 2cm 長，各連接 LED 燈的任一端。(裸露的漆包線不可相互接觸)，然後以膠帶固定所有物品，避免搖晃時脫落。

④ 將強力磁鐵放入，兩端緊緊地塞入衛生紙，然後以膠帶固定，避免磁鐵搖晃時掉出。

**操作看看，快速用力地搖晃吸管，你發現了什麼？**

簡單而言，除了太陽能發電，**發電的原理幾乎都是將動能、熱能換成電能，而其中利**

**用動能推動發電，幾乎就是發電的主流。**像是燒開水產生蒸氣，再用蒸氣推動發電機而產生電；或是從大自然中取水、風的動能，使其推動發電機而發電。

從製作搖搖發電機的過程中，你可以寫出其能量是如何轉換的嗎？

( )能→( )能

### 活動 1-3 電從哪裡來？

#### A. 太陽能發電

你曾經使用過太陽能的計算機或是看過太陽能光電板嗎？

太陽能的供應源源不斷，是一種非常清潔的能源，不會引起污染，更不會耗盡自然資源或導致全球溫室效應，所以太陽能的科技，應用非常廣泛。例如太陽能的計算機、手錶，在市面上都很普遍。



圖 1-8 太陽能發電原理

圖片來源：太陽能發電原理

<http://www.ecolohas.com.tw/front/bin/ptlist.phptml?Category=100009>

朝陽環管研究所

<http://163.17.200.135:84/all.html>

**討論 1：除了課本所舉的例子，在日常生活中你還看過哪些太陽能發電的例子嗎？**

#### B. 燃燒發電

燃燒發電也就是所謂的火力發電，而火力發電廠（簡稱火電廠）又稱為化石燃料發電廠，是透過燃燒煤、天然氣及石油等所產生的熱能轉換為動能或位能，進而推動發電機產生電能來發電的發電廠，因為它可以持續地大量發電，在許多國家，大部分的電能都是由火力發電廠提供。

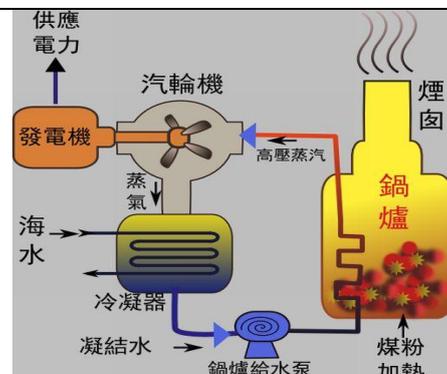


圖 1-9 火力發電

圖片來源：朝陽環管研究所

討論 3：想一想，大量使用燃燒發電，對於環境有什麼影響呢？

### C. 水力發電

你有看過飛流直下的瀑布嗎？水力發電就是運用這種水位高低落差所產生的動能，推動輪機使之旋轉，進而帶動發電機發電的。而以水力發電的工廠稱為水力發電廠，簡稱水電廠，又稱水電站。

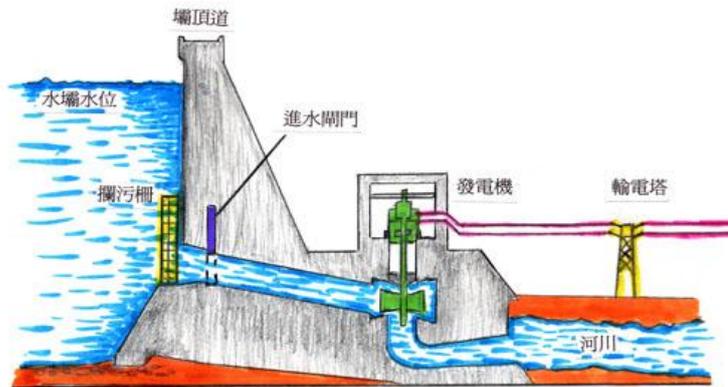


圖 1-10 水力發電

圖片來源：中華太陽能聯誼會

<http://www.solar-i.com/hyd.htm>

### D. 風力發電

小朋友，認識完水力發電，你是否可以推想風力是如何發電的呢？如果水力發電廠是由水來推動發電機，那麼風力發電廠就是利用風去轉動風車，進而推動發電機來產生電能的。風力發電機可簡稱風機，是構成風力發電廠的必要條件之一，主要由塔架、葉片、發電機等三大部分所構成，當風速達到啟動風速，風車自然會開始轉動，發電機也就會開始發電，但是當風速過於強大甚至已達到關閉風速，風車將會自動停止發電，以保護整個發電系統和風車。

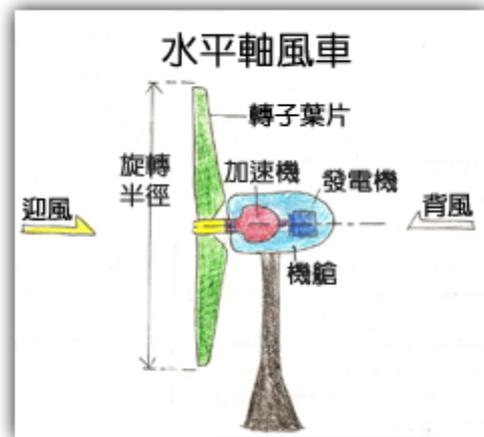


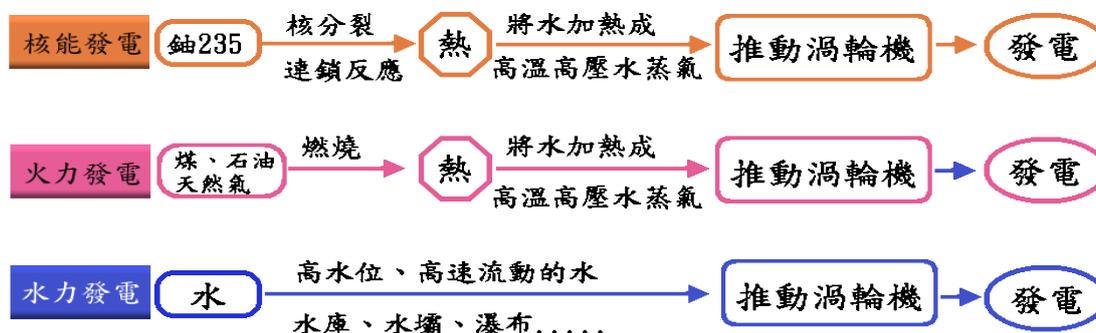
圖 1-11 風力發電

圖片來源：蕭蕭吹過，風的故鄉

<http://library.taiwanschoolnet.org/gsh2012/gsh7319/csubject03.htm>

## E. 核能發電

核能發電是利用鈾-235 分裂反應所產生的能量，將水加熱使其變成蒸汽，再推動汽輪機與發電機來發電，使機械能量轉換成電能。原理與水力發電、火力發電具有相同共通點，主要差異在於推動渦輪機的動力來源有所不同而已。



圖片來源：朝陽環管研究所 <http://163.17.200.135:84/a27.html>

## F. 潮汐發電

小朋友，你有去過海邊波濤洶湧的海浪嗎？日夜不停拍打的海浪竟然也可以用來發電呢！

潮汐發電是屬於水力發電的一種，是利用潮汐現象來發電。在具備潮汐發電條件的海灣（或感潮河口）修建水庫，當海水（或江水）的水位上漲時水庫蓄水，當海水（或江水）的下落時，水庫水位與外海潮位之間形成一定潮差，堤壩出水口處的水輪發電機組受到海水（或江水）驅動而發電。

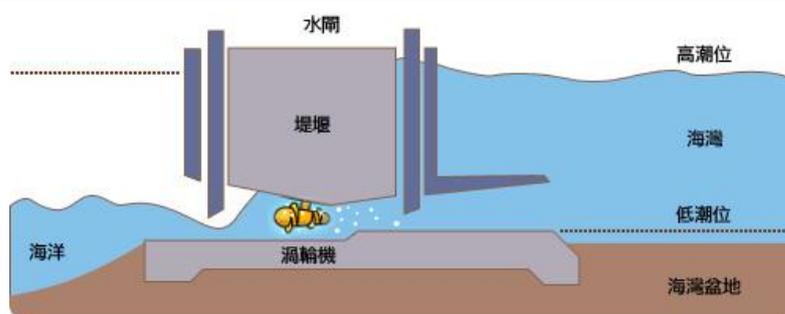


圖 1-12 潮汐發電

圖片來源：機電工程署

<http://www.energyland.emsd.gov.hk/tc/energy/renewable/tidal.html>

影片欣賞：各種發電方式及原理 <https://www.youtube.com/watch?v=N-3ueTLuTfY>

小朋友，認識了各種發電的方式，請你回答下列問題。

(一) 哪一種發電方式容易造成空氣污染卻是最節省成本的發電方式？

請在  打 。

- (1)  太陽能發電      (2)  燃燒發電      (3)  水力發電  
(4)  風力發電      (5)  核能發電      (6)  潮汐發電

(二) 哪些發電方式所利用的能源是屬於可再生能源？

- (1)  太陽能發電      (2)  燃燒發電      (3)  水力發電  
(4)  風力發電      (5)  核能發電      (6)  潮汐發電



### 自我檢核表

我學會了：

- 透過動能、熱能可以轉換成為電能。
- 各種常見的發電方式及發電原理。
- 知道臺灣常見的發電方式。

### 【延伸閱讀】地熱發電

地熱發電的基本原理乃利用無止盡的地熱來加熱地下水，使其成為過熱蒸汽後，當作工作流體以推動渦輪機旋轉發電。

換言之，就是將地熱轉換為機械能，再將機械能轉換為電能；這種以蒸汽來旋轉渦輪的方式，和火力發電的原理是相同的。不過，火力發電推動渦輪機的工作流體必須靠燃燒重油或煤炭來維持，不但費時且過程中易造成污染；相反的，地熱發電等於把鍋爐和燃料都放在地下，只需將蒸汽取出便能夠達到發電的目的。

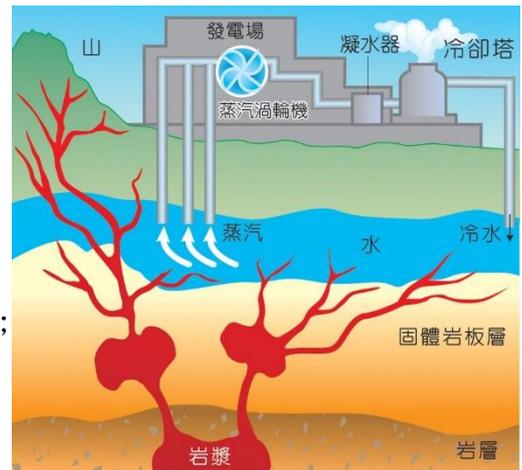


圖 1-13 地熱發電

圖片來源：全華·科友 課本圖檔 [http://163.32.48.2/teaches/lifescience/class8/pages/8-08 地熱發電示意圖-2.htm](http://163.32.48.2/teaches/lifescience/class8/pages/8-08%20地熱發電示意圖-2.htm)

## 活動二、電能可由不同能量形式轉化而來

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 知道發電的原理幾乎都是動能、熱能可以轉換成電能。 <input type="checkbox"/> 認識太陽能、燃燒、水力、風力、潮汐將動能轉換成電能的原理。 <input type="checkbox"/> 了解發電方式及電能來源。	<input type="checkbox"/> 了解臺灣主要的發電方式。 <input type="checkbox"/> 知道目前世界各國正在開發的發電。 <input type="checkbox"/> 電能可由不同能量形式轉化。

### 活動 2-1 臺灣的發電方式

了解完各種電能的來源，猜猜看臺灣主要發電的方式有哪些嗎？

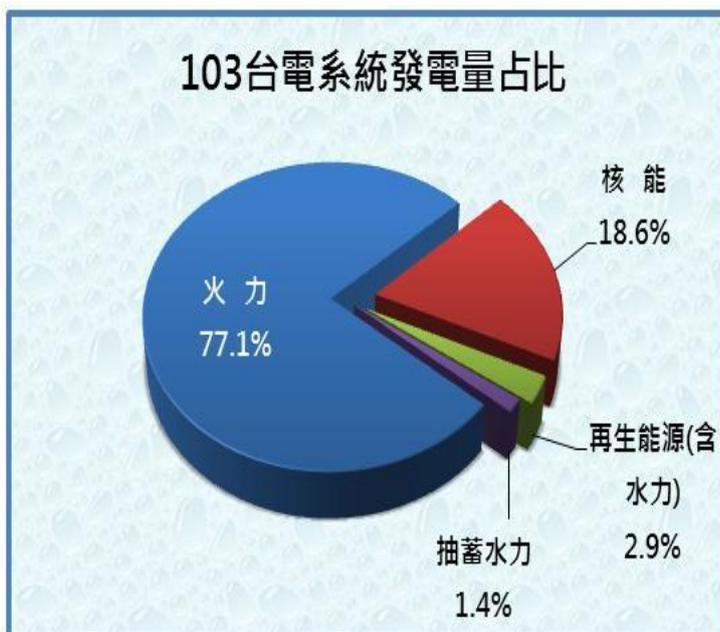


圖 2-1 台電系統發電量占比

資料來源：[臺灣電力公司](#)

首先我們來看看這張統計表，你能說說看哪幾種方式是臺灣的主要發電方式嗎？你怎麼知道的？

**分析一、火力發電：**利用石化燃料來燃燒鍋爐產生( )能，使水產生水蒸氣轉動發電機產生( )能。

**分析二、核能發電：**利用鈾 235 核分裂的( )能，使水產生水蒸氣轉動發電機產生( )能。

**分析三、水力發電：**利用河水落差( )能來轉動水輪機產生( )能，使其推動發電機產生( )能。



圖 2-2 台灣電廠及電網分布圖

資料來源：[大家一起-『節能減碳』](#)

資料探索：Y承為了更了解臺灣的發電方式，於是他上網搜尋資料，看到了一張臺灣發電廠的分布圖，你能試著幫他找出心中的疑惑嗎？

分析一、Y承家住在中部地區，哪一種發電方式是主要分布在中部地區呢？你怎麼知道的？

分析二、從圖上的標示判斷，臺灣最主要的發電來源是依靠什麼方式？你怎麼知道的？

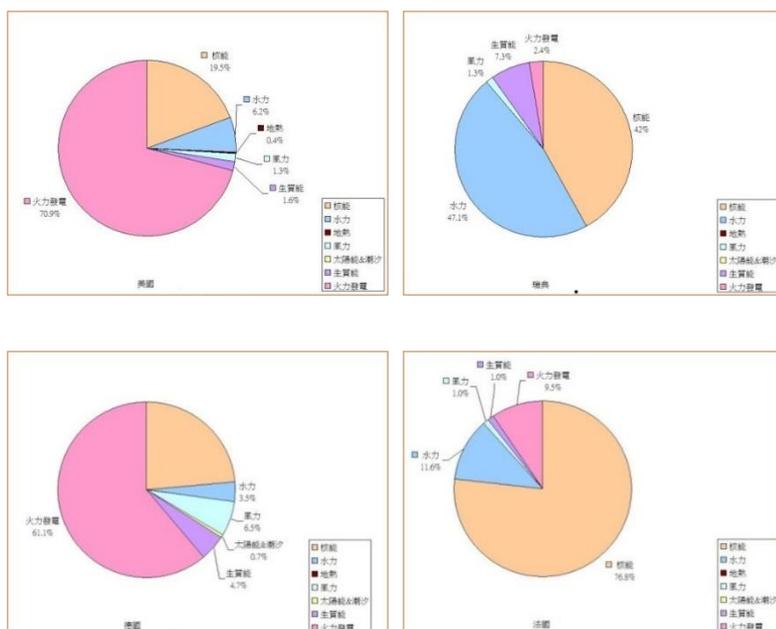


圖 2-3 世界各國主要的發電方式

資料來源：[我們到底需不需要核電廠？](#)

左列圖表是世界各國的主要的發電方式，它們跟我們臺灣的發電方式一樣嗎？你怎麼知道的？



圖 2-4 看看這路上幾乎沒有汽車

影片連結:[全民齊心 德國推動再生能源村 https://www.youtube.com/watch?v=qNTRZPsptqE](https://www.youtube.com/watch?v=qNTRZPsptqE)

表九 德國發電裝置容量

單位：千瓩

年	用途	火力		水力		核能		地熱		總計
		裝置容量	%	裝置容量	%	裝置容量	%	裝置容量	%	
1985	汽電共生廠	15,535.00	13.55	556.00	0.48	150.00	0.13	0.00	0.00	16,241.00
	發電廠	72,672.00	63.39	7,957.00	6.94	17,775.00	15.50	3.00	0.00	98,407.00
	總計	88,207.00	76.94	8,513.00	7.43	17,925.00	15.63	3.00	0.00	114,648.00
1990	汽電共生廠	15,004.00	12.18	614.00	0.50	150.00	0.12	0.00	0.00	15,768.00
	發電廠	74,232.00	60.27	8,330.00	6.76	24,830.00	20.16	0.00	0.00	107,392.00
	總計	89,236.00	72.46	8,944.00	7.26	24,980.00	20.28	0.00	0.00	123,160.00
1995	汽電共生廠	14,703.00	12.74	525.00	0.45	150.00	0.13	3.00	0.00	15,381.00
	發電廠	68,658.00	59.48	8,351.00	7.23	22,684.00	19.65	357.00	0.31	100,050.00
	總計	83,361.00	72.22	8,876.00	7.69	22,834.00	19.78	360.00	0.31	115,431.00
2000	汽電共生廠	14,710.00	12.28	525.00	0.44	150.00	0.13	1,702.00	1.42	17,087.00
	發電廠	70,792.00	59.10	8,355.00	6.98	22,335.00	18.65	1,210.00	1.01	102,692.00
	總計	85,502.00	71.38	8,880.00	7.41	22,485.00	18.77	2,912.00	2.43	119,779.00
2002	汽電共生廠	10,020.00	7.97	525.00	0.42	150.00	0.12	1,712.00	1.36	12,407.00
	發電廠	71,072.00	56.56	9,414.00	7.49	22,396.00	17.82	10,376.00	8.26	113,258.00
	總計	81,092.00	64.53	9,939.00	7.91	22,546.00	17.94	12,088.00	9.62	125,665.00
1985~2002	汽電共生廠	-2.55		-0.34		0.00		-		-1.57
年平均	發電廠	-0.13		0.99		1.37		61.50		0.83
成長率%	總計	-0.49		0.92		1.36		62.96		0.54

資料來源：UN Energy Statistics Yearbook,1988~2002。

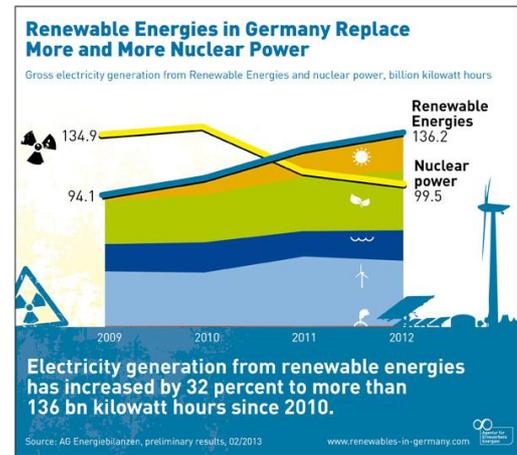


圖 2-5 德國使用能源的趨勢

資料來源：[德國怎麼衝綠能](#)

討論 1：由上述影片來看，德國的再生性能源使用在發電比率是增加還是減少？你怎麼知道？

討論 2：從表一及表二圖表來看，德國目前使用能源的趨勢為何？你怎麼知道的？

至 2002 年德國發電總裝置容量約為 125,665 千瓩，其中以火力發電占總裝置容量 65% 為最多，核能約占 18% 次之，其次為水力約占 8%，地熱占將近 10%，年成長率也是高的驚人，有將近 63%，火力卻反呈現負成長，不虧為推動綠色能源的模範生。

## 活動 2-2 製作簡易風力發電機

了解完各種發電方式後，現在讓我們自己動手做個簡單的風力發電機吧！

實驗器材：600c.c 寶特瓶 2 個、泡綿膠帶、剪刀、熱融膠槍、發電機組



圖 2-6



圖 2-7

☞ 將泡綿膠帶黏貼於發電機背面

☞ 組合發電機組



圖 2-8

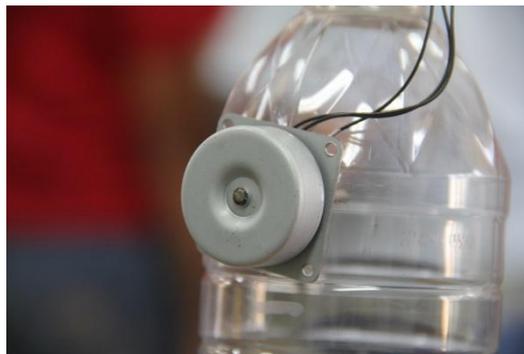


圖 2-9

☞ 於寶特瓶身上鑽一小孔

☞ 撕開泡綿膠帶，將發電機組黏貼於寶特瓶身上



圖 2-10



圖 2-11

☞ 再以熱融膠槍在發電機於寶特瓶交接處做補強

☞ 將 LED 燈固定於寶特瓶蓋上



圖 2-12



圖 2-13

♣將另一只寶特瓶剪成扇葉(4扇或3扇)

♣將寶特瓶以熱融膠槍與發電機組黏合



圖 2-14 完成風力發電機

討論 1：藉由製作簡易風力發電機及觀察風力發電機發電過程，小朋友，你知道它的發電原理嗎？

討論 2：利用風力能來轉動寶特瓶的扇葉產生( )能，使其推動發電機產生( )能。



### 自我檢核表

我學會了：

- 透過動能、熱能可以轉換成為電能。
- 各種常見的發電方式及發電原理。
- 知道臺灣常見的發電方式。
- 會製作風力發電機。

### 活動三、電到哪裡去？

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 臺灣的各種發電方式。 <input type="checkbox"/> 生活中有各種不同形式的能量。	<input type="checkbox"/> 電可以儲存。 <input type="checkbox"/> 儲存的電能可以轉變為其他不同形式的能量。 <input type="checkbox"/> 電池的污染與回收。

發電廠把各種不同形式的能量藉由發電機轉換為電能，一旦發電機停下來，好不容易得到的電很快會消失。能否找到一個保存電的方法呢？

一般狹義上電池的定義是將本身儲存的化學能轉成電能的裝置，廣義的定義為將預先儲存起的能量轉化為可供外用電能的裝置。

電池的發明：1800年，伏打(A. Volta 1745-1827)義大利人，採用不同金屬片，中間夾著浸潤濃鹽水的卡紙或布料，組合成「伏打堆」是電池最早的雛形。直到1836年在玻璃容器中以一個多孔的瓷片隔開硫酸銅與硫酸鋅溶液，分別置入銅片鋅片，組成鋅銅電池，是第一個實用電池。



圖 3-1  
伏打堆

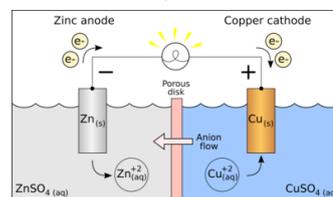


圖 3-2  
鋅銅電池

#### 活動 3-1 電池與充電

經由不斷的研究發展和新材料的發現與應用，電池的品質日益改良，種類繁多造型更是五花八門。常見化學電池可分為一次電池、二次電池兩類，由於節能減碳意識抬頭，各國競相發展出太陽能電池、氫燃料電池等等。

太陽能電池、氫燃料電池是一種發電裝置，但不像一般非充電電池一樣用完就丟棄，也不像充電電池一樣，用完須繼續充電，燃料電池正如其名，是繼續添加燃料以維持其電力，所需的燃料是「氫」，太陽能電池則使用的是太陽能來發電。

##### 1. 常見的電池

名稱	放電	充電	類型
一次電池	V	X	一次鋰電池、碳鋅電池、鹼性電池
二次電池	V	V	鉛蓄電池、鎳鎘電池、鎳氫電池、二次鋰電池、鋰離子電池、高分子鋰電池等等

##### 2. 電池種類

一次電池	 <p>圖 3-3</p>	 <p>圖 3-4</p>	 <p>圖 3-5</p>
	不同型號的碳鋅電池	鹼性電池	鈕扣型鋰電池
二次電池	 <p>圖 3-6</p>	 <p>圖 3-7</p>	 <p>圖 3-8</p>
	汽車用鉛蓄電池	鎳氫電池與充電器	鋰離子聚合物電池
<h3>3. 充電器</h3> <p>是一種以<u>電流</u>流經<u>充電器</u>而為電池充入<u>能量</u>的裝置。不同的電池，其充電的方式也不同。充電的電流與被充的電池的容量及完成充電所需的時間有關。</p>			
<h4>儲電實驗-簡易萊頓瓶製作</h4>			
 <p>圖 3-9</p>	 <p>圖 3-10</p>		
<p>簡易萊頓瓶製作材料：          塑膠杯 2 個(一樣大小)、剪刀、鋁箔紙、PVC 水管 1 段、毛布</p>		<p>將杯子的下半部外圍上鋁箔，剪一條長方形鋁箔</p>	



圖 3-11

將長方形鋁箔一端夾在兩杯子之間，一端露出在杯外。



圖 3-12

操作方法：一人手上拿着萊頓瓶，另一人要靠近鋁箔摩擦水管。摩擦數次後，手持萊頓瓶的人用另一隻手觸碰鋁箔，便可以感受到靜電的威力。



萊頓瓶 (Leyden jar) 是一種用以儲存靜電的裝置，最先由 Pieter van Musschenbroek (1692 年—1761 年) 在荷蘭的萊頓試用。作為原始形式的電容器，萊頓瓶曾被用來作為電學實驗的供電來源，也是電學研究的重大基礎。典型的萊頓瓶是一個玻璃容器，內外包覆著導電金屬箔作為極板。瓶口上端接一個球形電極，下端利用導體（通常是金屬鎖鏈）與內側金屬箔連接。

圖 3-13 萊頓瓶剖面圖

#### 4. 電池污染與回收

廢電池的危害性：廢電池中含少量的重金屬，如鉛、汞、鎘等。這些有毒物質通過各種途徑進入人體內，長期積蓄難以排除，損害神經系統、造血功能和骨骼，甚至可以致癌。

廢電池污染環境的途徑：這些電池的組成物質在使用過程中，被封存在電池殼內部，並不會對環境造成影響。但經過長期機械磨損和腐蝕，使得內部的重金屬和酸鹼等洩露出來，進入土壤或水源，就會通過各種途徑進入人的食物鏈。

所以廢電池不可任意棄置，否則可能造成土壤汙染、地下水汙染，甚至破壞生態環境。所以廢棄電池應全面回收。

問題 1. 電池可分為一次電池與充電電池，你覺得哪一種電池對環境比較好？為什麼？

\_\_\_\_\_

#### 挑戰 1. 簡易萊頓瓶製作：

二人一組操作，一人手上拿着萊頓瓶，另一人要用毛布摩擦水管，重複靠近鋁箔幾次。

重複摩擦後靠近	10 次	20 次	30 次
電量大小排序			

活動 3-2 電池電能再轉換成其他形式的能量

物品	能量轉換路徑
手機充電後使用	電能→化學能→電能→聲能→光能
音樂播放器	化學能→電能→聲能
遙控飛機	化學能→電能→動能→位能
燃料電池電動房車	氫燃料電池→電能→動能

請寫出三種使用電池的電器產品與操作時能量轉換路徑：

電器名稱	能量轉換路徑



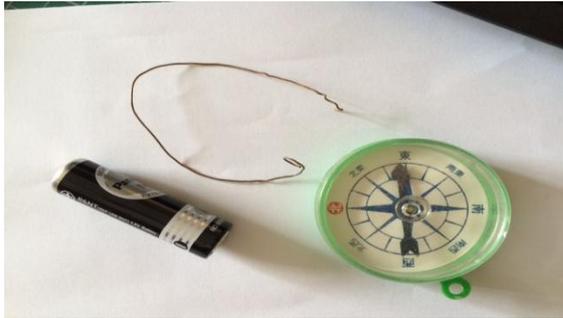
自我檢核表

我學會了：

- 電池的種類，充電電池比一般電池環保。
- 電池會造成環境污染要回收。
- 電池儲存的電能可以轉換成不同形式的能量。

## 活動四、簡易電動機製作

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 自然界中存有電能，並且可以透過方法讓電產生。 <input type="checkbox"/> 電能可以由不同的能量型式轉換而來。 <input type="checkbox"/> 電池可以儲存電能並轉換成不同型式的能量。	<input type="checkbox"/> 電能可以透過導線傳遞並產生能量。 <input type="checkbox"/> 電流動會產生其它能量。 <input type="checkbox"/> 電磁鐵與永久磁鐵的不同。 <input type="checkbox"/> 利用電磁鐵與永久磁鐵可以將電能轉換為動能。

活動 4-1 電能的傳遞	
<p>請小朋友將銅線的兩端分別接上電池的正負極後，讓銅線靠近指北針，會有什麼事情發生？</p> <p>你發現了什麼？</p> <p>你怎麼知道有電通過？</p> <p>電還可以透過什麼來傳遞？</p>	 <p>圖 4-1 銅線、電池、指北針</p>

1. 如果銅線與電池間再分別接上 LED 燈、小燈泡或小風扇等之後又會如何？
2. 將銅線成迴紋針、筆、鉛筆盒內的小物等，有哪些會有相同效果？

把漆包線纏繞到螺絲釘上再接上電池，看誰能吸引最多的迴紋針？

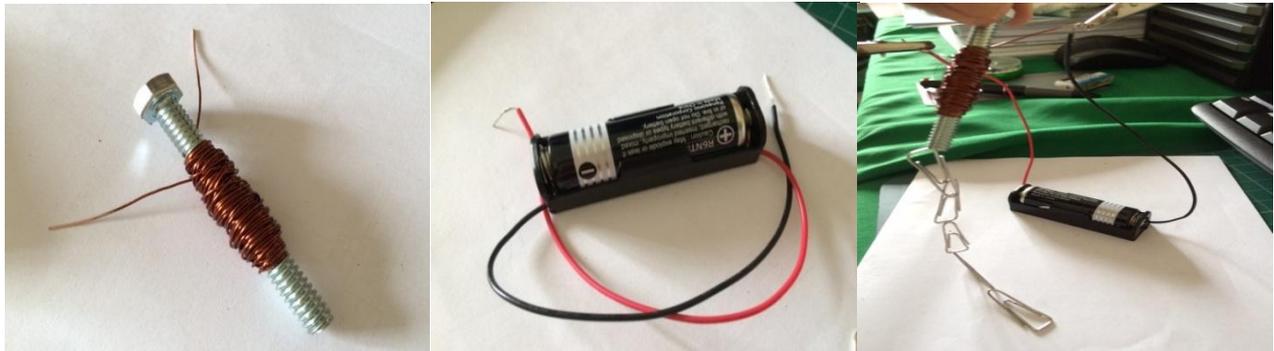


圖 4-2 把漆包線纏繞到螺絲釘上 圖 4-3 再接上電池 圖 4-4 看誰能吸引最多的迴紋針

我們這一組吸引迴紋針的數量是( )支，其它組吸引最多的有( )支。

討論：

1. 為什麼螺絲釘能吸引迴紋針呢？
2. 吸引迴紋針的多寡有什麼意義？
3. 有什麼方法可讓迴紋針吸引的數量變多？

△當線圈通電後會發熱並有磁場產生，使線圈變成類似磁鐵一樣具有磁力。

活動 4-2 電能的轉換（電能產生什麼？）

1. 如果將磁鐵靠近迴紋針上的線圈的話可能會發生什麼事？
2. 你是怎樣想的？
3. 老師操作的結果跟你推測的一樣嗎？
4. 你還想到什麼？
5. 仔細觀察二捲線圈，有什麼不一樣的地方？操作看看，有沒有發現線圈的哪個部位不一樣？

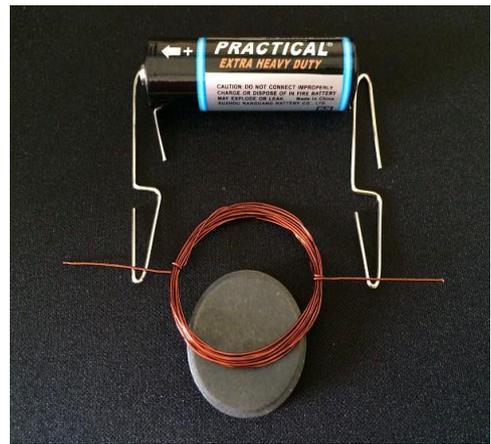


圖 4-5 將磁鐵靠近迴紋針上的線圈



圖 4-6 磁鐵靠近指北針會發生什麼現象？

1. 磁鐵靠近指北針後，指北針會發生（ ）現象，而且最後指針會指向（ ）。
2. 如果磁鐵換面再靠近指北針，指針會（ ）。
3. 是不是也可以透過這個活動知道磁鐵的磁極？磁鐵能吸引指北針 N 極的那一面是（ ）極，另一面就是（ ）極。

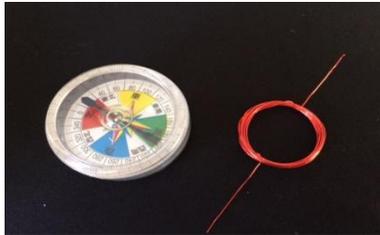


圖 4-7 線圈靠近指北針會產生什麼現象？

當線圈靠近指北針時會產生什麼現象？

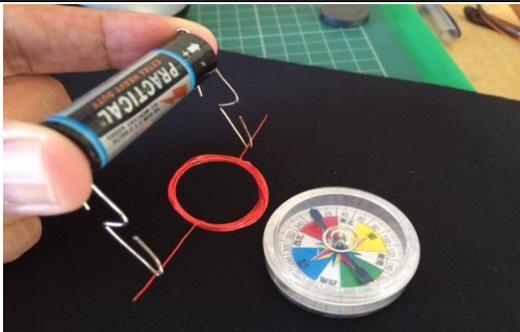


圖 4-8

接上電池，讓線圈通電後再接近指北針，有沒有什麼不一樣的地方？  
如果把線圈(或電池)方向改變後，再靠近指北針，會有不同的結果嗎？

1. 線圈接上電池後靠近指北針，會使指北針產生（ ）。
2. 這樣的反應跟磁鐵靠近指北針時（□一樣或是□不一樣）？
3. 這種現象具有什麼意義？
4. 如果把線圈的方向對調，則指針會（ ）。
5. 如果把電池的方向對調，則指針會（ ）。

### 8 如果把兩塊磁鐵靠近會發生什麼事？為什麼？

手按住一塊磁鐵往另一塊磁鐵推進，  
另一磁鐵會被( 吸引 推離 )，因為他們是( 同極 異極 )；  
將其中一塊磁鐵翻面再做一次，其結果會( 相同 相反 )，  
因為磁鐵具有( )特性。



圖 4-9 把兩塊磁鐵靠近會發生什麼事？

### 8 如果將通電的線圈跟磁鐵靠近時又會發生什麼事呢？

如右圖，這樣的系統，我們可以稱它為「電磁鐵」。如果將這個「電磁鐵」靠近另一塊磁鐵會發生什麼狀況？

---

---

---

---



圖 4-10 將通電的線圈跟磁鐵靠近會發生什麼事呢？

△由電池、漆包線組成的通路系統會產生磁力作用，我們稱它為「電磁鐵」，利用電磁鐵與永久磁鐵的相吸、相斥力量促使線圈轉動，這樣的組合，我們便稱它為「電動機」。

### 8 從這個操作中，能不能試著分析出簡易電動機的運作過程？

1. 電能→通過線圈產生( )→線圈的( )跟磁鐵的( )產生( )作用→讓線圈轉動
2. 它的主要能量來源是：( )
3. 所以簡易電動機的能量轉換歷程為：  
( )能→( )能→( )能。



#### 自我檢核表

我學會了：

- 電流通過線圈會產生磁力。
- 電流通過線圈所型成的磁力系統稱為「電磁鐵」。
- 電磁鐵跟永久磁鐵產生交互作用後，能讓物體轉動。
- 電磁鐵的磁力來源是電。

### 延伸活動：電動機再發現

分別就「電動機」系統中的永久磁鐵、電池及線圈分別換個方向，會產生什麼現象？

更換方向物件

產生的現象

永久磁鐵

電池

線圈

你在操作的過程有沒有其它的發現呢？



圖 4-11 組成電動機的這幾樣零件，有哪些是可以被取代的？

請你仔細觀察組成電動機的這幾樣零件，有哪些是可以被取代的，為什麼？

電動機系統中的零件各具有什麼作用，哪些是可以被取代而不影響其原來的功能？

組成零件

功能

可被何取代

電池

迴紋針

線圈

永久磁鐵

影響電動機轉動速度的因素有哪些？

想一想：如果我把磁鐵、電池增加或是改變線圈的大小、線圈的圈數等，對電動機的運轉會不會有影響？亦或是磁鐵的位置、磁鐵離線圈的遠近會不會改變它的運轉狀態呢？這其中有許多的可能，你是不是可以來嘗試看看。

☞我 增加了一塊磁鐵，發現 電動機轉得更快了。

☞我 \_\_\_\_\_，發現 \_\_\_\_\_。

☞我 \_\_\_\_\_，發現 \_\_\_\_\_。

☞我 \_\_\_\_\_，發現 \_\_\_\_\_。

請你從「操作的方便性」及「提升運轉的效能」來考慮，重新構思設計一個與眾不同的簡易電動機，並說明此電動機的特色。

我設計的電動機：	它的特色是：
----------	--------

## 活動五、能耗與碳排

### 活動 5-1 跑跑一度電

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 各種能量能透過轉換形成電能。 <input type="checkbox"/> 電能可以驅動家電用品。	<input type="checkbox"/> 電功率的測量單位。 <input type="checkbox"/> 一度電的意義。

炎炎夏日，丁丁放暑假了！在暑假期間，丁丁發現家人一天在食、衣、住、行、育、樂都會使用到許多家電用品，例如電鍋、冰箱、洗衣機、冷氣、檯燈、電視、吹風機等。兩個月過去了，丁丁家收到電費單一看「哇！好貴的電費單啊！」聰明的你，讓我們一起來想想如何節電吧！

### 生活大發現：電費單的秘密

#### 找找看：家裡的電費單有什麼訊息？

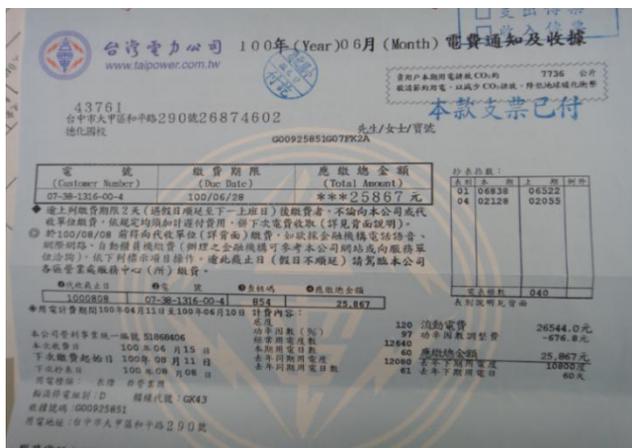


圖 5-1 電費單

#### 電費單有什麼訊息

1. 計費期間。
2. 電號、繳費金額。
3. 本次用電「碳排放量」。
4. 本期用電度數與去年用電度數。
5. 計費方式。

延伸閱讀：什麼是一度電？

1 度電為使用量的基本單位，1 度電 (1kWh) 亦即 1000W 的電器連續使用一小時所消耗的電量。它是可以累計與計算的。

### 我發現家裡的電費單

1. 本次用電計費期間為_____。	4. 本期用電度數為_____。
2. 本次用電繳費金額為_____。	5. 去年用電度數為_____。
3. 本次用電碳排放量為_____。	6. 屬於節電或是耗電：_____。

## 電功率 (W) 的介紹

找找看：各組的家電是否有消耗功率標籤貼紙？



圖 5-2 消耗功率標籤貼紙

### 什麼是功率？

功率 (power) 是能量轉換或使用的速率，以單位時間的能量大小來表示。國際標準制的功率單位是瓦特 (W)，亦即在單位時間內，電能轉換為熱能及光能的量就可以用功率表示，瓦特數越高表示單位時間用的能力 (或電力) 越高。

## 誰是耗電元凶：測量電功率 (W)

做做看：使用功率計測量檯燈不同亮度所消耗的電功率。



圖 5-3 測量電功率

操作步驟：

1. 將分段式檯燈插頭接上功率計。
2. 切換不同亮度 (亮度 0~7)，並觀察功率計之數據。
3. 紀錄桌上型分段式檯燈亮度與功率紀錄。
4. 找出亮度與耗電關係。

實驗一、使用功率計測量檯燈不同亮度所消耗的電功率。

### 實驗記錄

亮度	0	1	3	5	7
功率 (W)	_____ W				

由實驗結果我發現 檯燈亮度與耗電關係：



圖 5-4 吹風機

操作步驟：

1. 將吹風機插頭接上功率計。
2. 切換至低溫模式，觀察不同風速（風速強、弱）時，功率計之數據。
3. 切換成高溫模式，觀察不同風速（風速強、弱）時，功率計之數據。
4. 紀錄吹風機不同溫度與不同風速之功率紀錄。
5. 找出不同溫度與耗電關係。
6. 找出不同風速與耗電關係。

實驗二、使用功率計測量吹風機不同強度所消耗的電功率。

實驗記錄

風速 溫度	強	弱
低	_____ W	_____ W
高	_____ W	_____ W

由實驗結果我發現 風速強弱與耗電關係：

\_\_\_\_\_。

溫度高低與耗電關係：

\_\_\_\_\_。



圖 5-5 電風扇

操作步驟：

1. 將電風扇插頭接上功率計。
2. 切換不同不同風速（風速強、中、弱），並觀察功率計之數據。
3. 紀錄電風扇風速與功率紀錄。
4. 找出風速與耗電關係。

實驗三、使用功率計測量電風扇不同強度所消耗的電功率。

實驗記錄

風速	強	中	弱
功率 (W)	_____ W	_____ W	_____ W

由實驗結果我發現 風速強弱與耗電關係：

\_\_\_\_\_。

用電度數算算看：

一台電腦主機為 250W，一天使用 8 小時，耗費幾度電？

$$250w \times 8h = 2000wh = 2 \text{ 度電}$$

一台電腦銀幕為 120W，一天使用 8 小時，耗費幾度電？

$$120w \times 8h = 960wh = 0.96 \text{ 度電}$$



圖 5-6 電腦

從以上算式中我發現電功率 (W) 與用電度數 (度) 的關係為：

\_\_\_\_\_。

活動 5-2 省能我最行

我已經知道	經過本活動將學會
<input type="checkbox"/> 簡易電動機原理。 <input type="checkbox"/> 電功率的測量單位。 <input type="checkbox"/> 一度電的意義。	<input type="checkbox"/> 能量轉換間會有損耗。 <input type="checkbox"/> 綠色生活的家電選擇。 <input type="checkbox"/> 能源等級的意義。

能量轉換大作戰

請分組討論下列電器用品的能量轉換型式及耗損：



圖 5-7 電鍋



圖 5-8 冰箱



圖 5-9 吹風機



圖 5-10 電視

**我發現：**

電鍋：電能→ ( 電鍋的熱能 ) + ( 電線的熱能 )

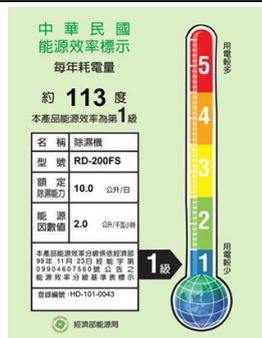
冰箱：電能→ ( ) 能 + ( ) 能

吹風機：電能→ ( ) 能 + ( ) 能

電視：電能→ ( ) 能 + ( ) 能

**想一想：**以上電器用品的能量轉換間有哪些能量耗損形式？

**能源等級的介紹**



能源等級的意義：

節能等級為求方便性及一目了然，經濟部能源局將能源效率圖示化，能源等級越低，代表該產品在同級距之產品，有較低能耗的表現。

圖 5-11 能源效率標示圖

**注意：**節不節能的產品不能光憑電功率來區別，須考量為達相同目的所使用之時間，例如在屋內開冷氣，功率較低的冷氣機要達低溫需要更久的時間，反之，高功率冷氣機則無需太久的時間則達到冷房效果。因此，購買家電產品需考量產品需求性，勿太小或太大，造成不必要的能耗。

**認識標章**



圖 5-12 能源效率標示圖(1 級)

我知道這是\_\_\_\_\_標章，能源等級越  
 低，代表該產品在同級距之產品，  
 有較\_\_\_\_\_能耗的表現（填高或低）。



### 自我檢核表

我學會了：

- 電費單的資訊。
- 電功率的測量單位。
- 一度電的意義。
- 能源等級的意義。
- 如何選擇家電落實綠色生活愛地球行動。

## 六、試教成果

### 6.1 教學活動紀錄

本教學模組教材於104年8月10-12日，由研發者針對高年級暑期科學營學生進行試教，藉以檢視並校正所設計的大概念教學模組教材，實際運用於國小自然科學課堂教學的可行性，相關活動操作情形如下：



圖 6-1

老師說明電能的傳遞



圖 6-2

了解電能及動能的形式轉換



圖 6-3

學生測試自製電動機



圖 6-4

學生踴躍發言



圖 6-5

學生自製搖搖發電機



圖 6-6

學生開心展示自製搖搖發電機



圖 6-7

老師說明臺灣現在發電方式所佔的比例



圖 6-8

學生踴躍發言



圖 6-9

學生利用回收寶特瓶製作風力發電機



圖 6-10

測試風力發電機的運行成效



圖 6-11

老師說明火力發電的發電原理



圖 6-12

讓學生分組探討能源轉換的方式



圖 6-13

儲電實驗-簡易萊頓瓶製作



圖 6-14

老師說明如何測量電器用品的電功率



圖 6-15

電能應用：合作測量電器電功率



圖 6-16

請各組分享所測量的結果



圖 6-17

學習小日記 1



圖 6-18

學習小日記 2

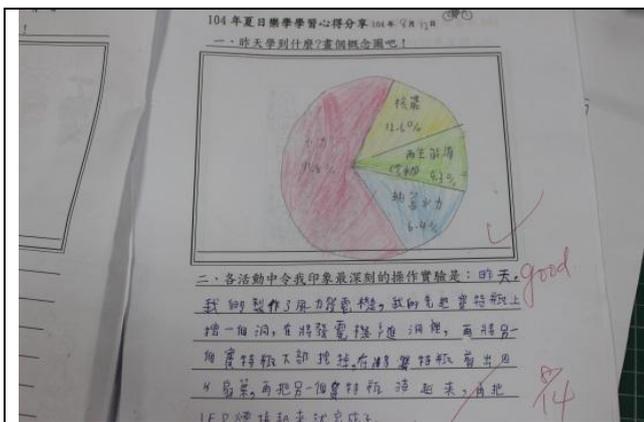


圖 6-19

學習小日記 3

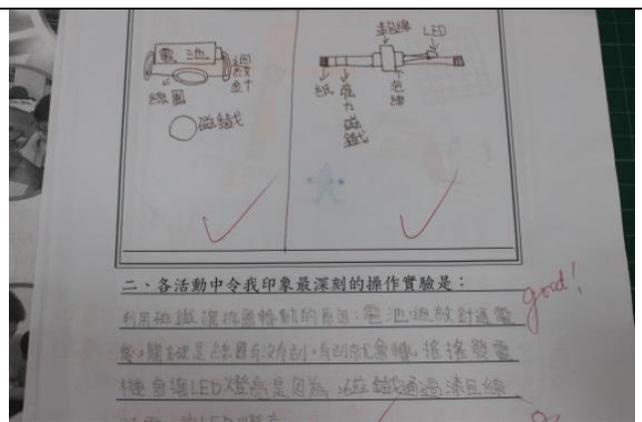


圖 6-20

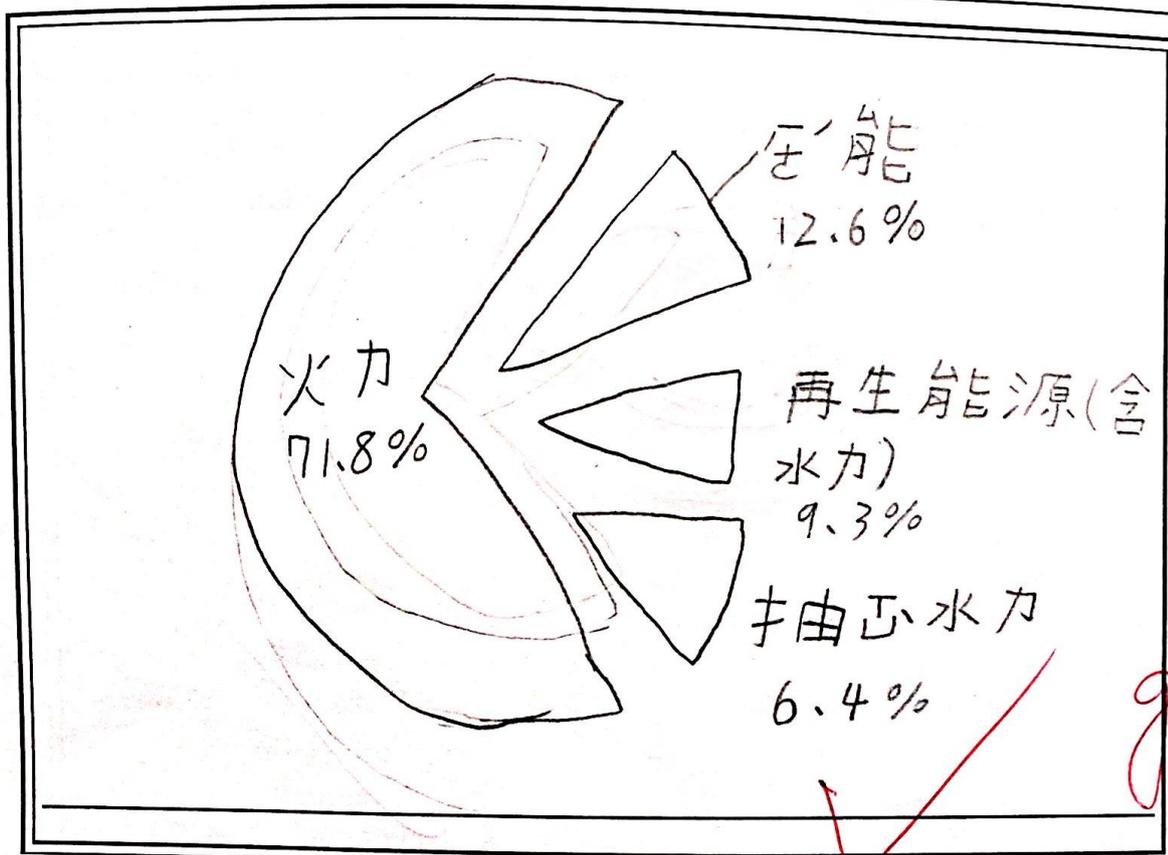
學習小日記 4

## 6.2 學生學習歷程

104 年夏日樂學學習心得分享 104 年 8 月 12 日



一、昨天學到什麼？畫個概念圖吧！



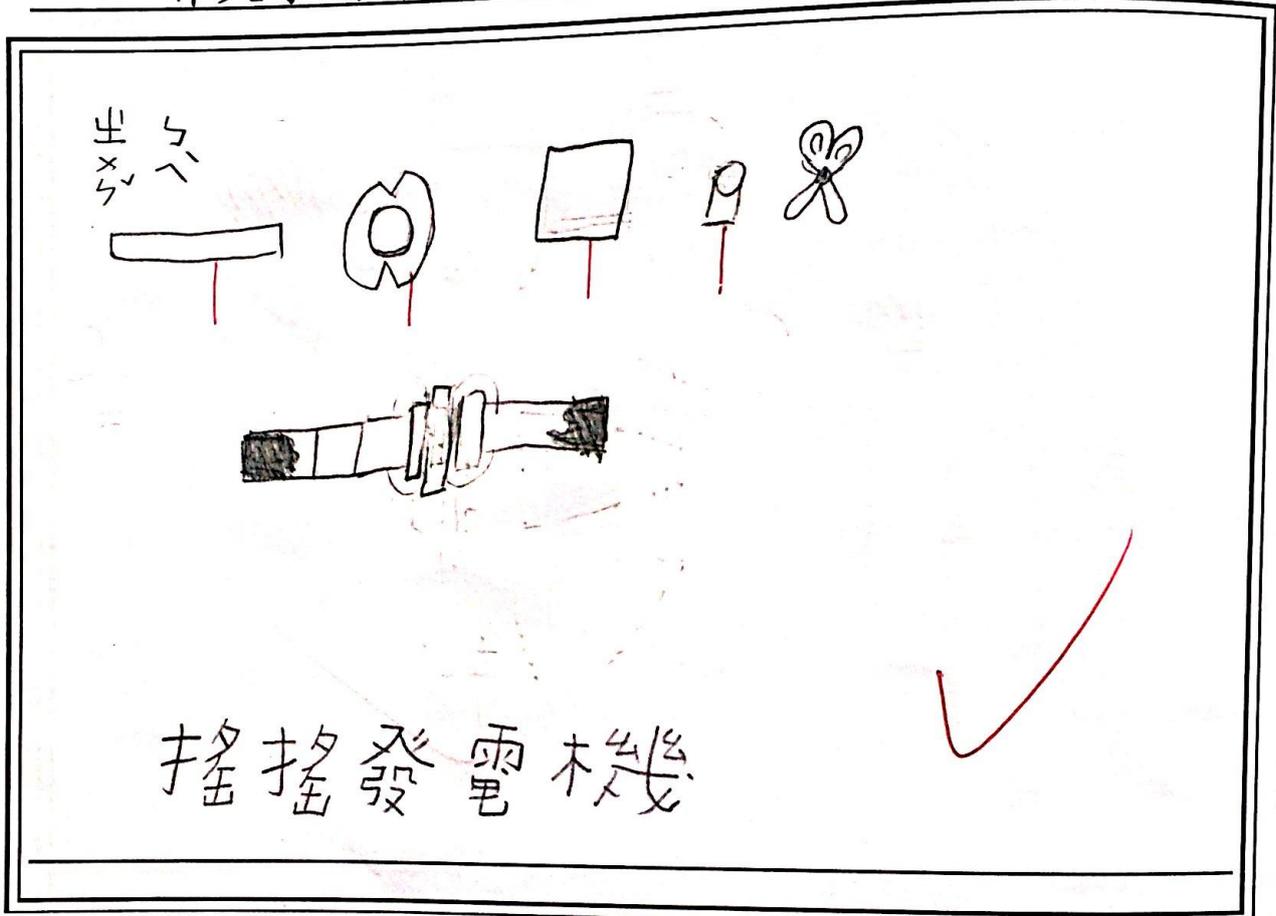
二、各活動中令我印象最深刻的操作實驗是：

我做了風力發電木樂，可是我的好奇  
心，吹電風扇者都裝不重加。但是做風  
力發電木樂，好好好玩也！



104年夏日樂學學習心得分享 104年8月11日

一、昨天學到什麼？畫個概念圖吧！



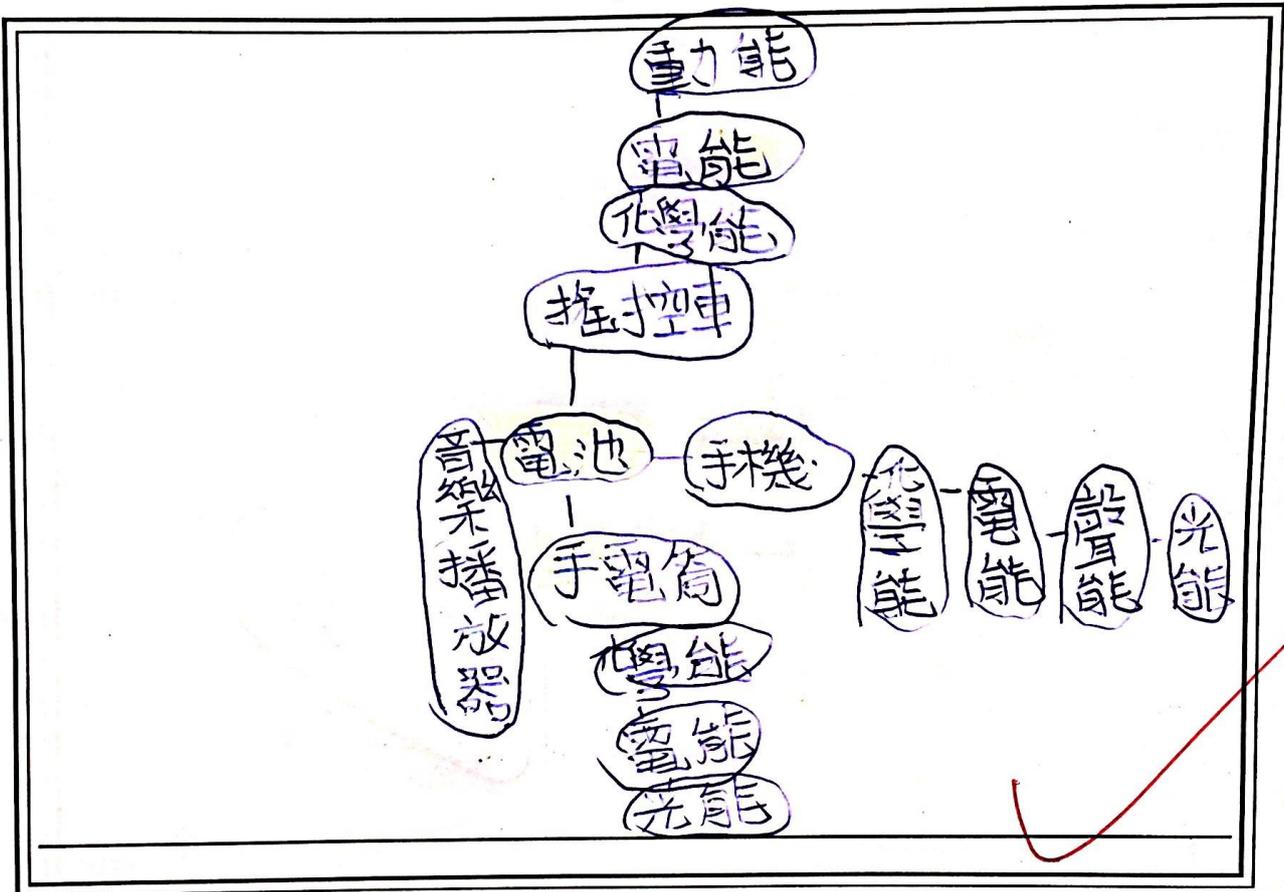
二、各活動中令我印象最深刻的操作實驗是：

做搖搖發電機，把最好的三包工  
裝進工盒中，把各零件裝在二邊，裝上  
LED，再裝上電力。



104 年夏日樂學學習心得分享 104 年 月 日

一、昨天學到什麼？畫個概念圖吧！



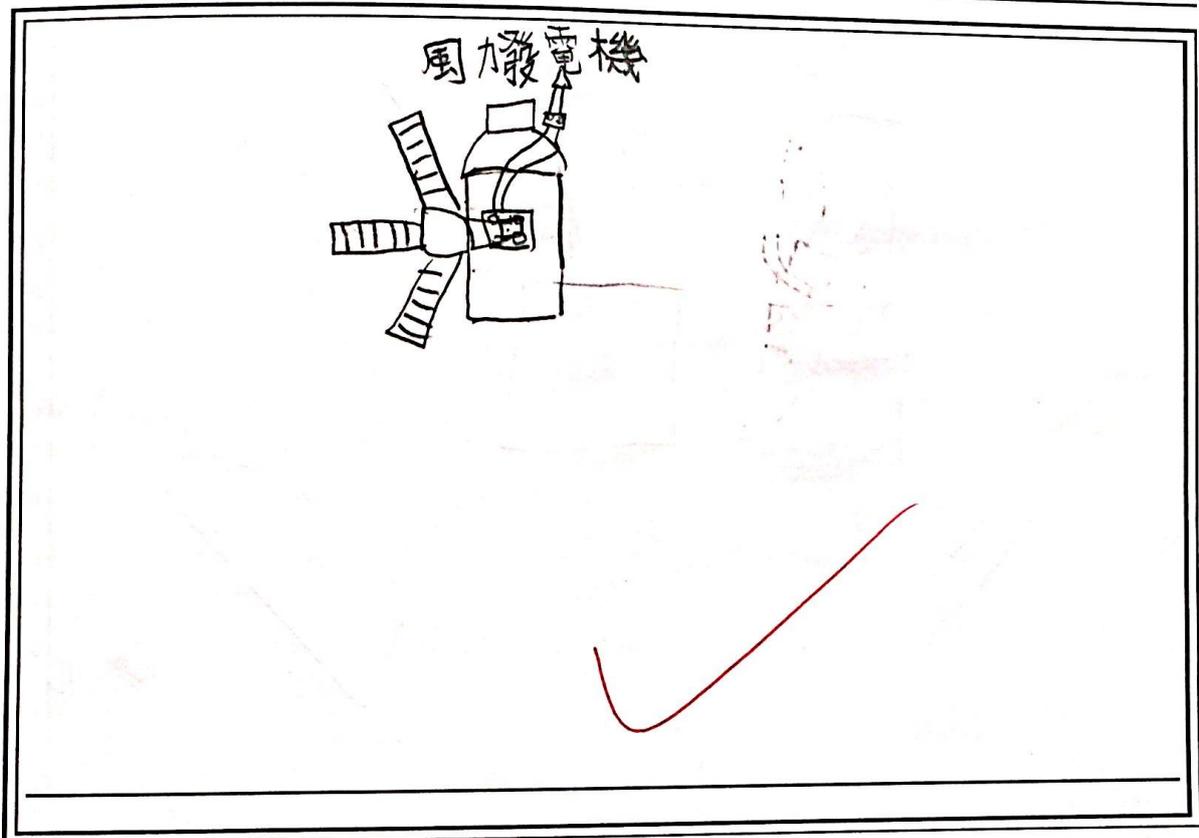
二、各活動中令我印象最深刻的操作實驗是：

我今天學到了能量的轉換

104年夏日樂學學習心得分享 104年8月12日



一、昨天學到什麼？畫個概念圖吧！



二、各活動中令我印象最深刻的操作實驗是：

昨天李老師教我們做風力發電機，首先老師說拿保特  
盒，老師再給我們發電機，是泡棉黏在發電機背面

再來黏發電機，把第二個保特盒剪小洞，再來黏泡

棉黏在發電機，黏上保特盒，再是熱膠用在發電機

加蓋，再是LED燈黏在保特盒蓋上，另外一個保特盒

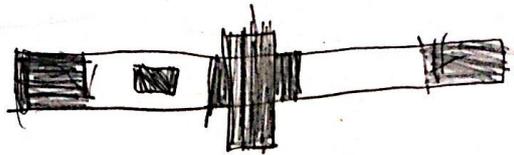
剪4片葉片最後是保特盒用熱膠黏加蓋。

104年夏日樂學學習心得分享 104年8月11日



一、昨天學到什麼?畫個概念圖吧!

手搖發電機



實驗器材: 剪刀、強力圓形磁鐵、  
粗且吸管的、律律紙、0.1mm 漆包線(已纏  
繞200圈)、泡棉膠、羽毛紙

good

二、各活動中令我印象最深刻的操作實驗是:

手搖發電機 因為可以估自己的發電機

✓  
87  
11

## 6.3 教學研討會議

### 104 年十二年國民基本教育課程自然科學領域教學模組研發計畫-國小組臺中 團隊~第 1 小組（高年級）試教檢討會議紀錄

會議時間：104 年 8 月 10 日(一)12：00

會議地點：臺中市大甲區德化國小會議室

主持人：李永烈校長

記錄與攝影：吳佳霓教師

出席者：吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、沈招馨教師、李永烈校長、王建仁教師、林鴻仁教師、  
掌慶怡教師、吳佳霓教師

一、主席報告或傳達事項：無

二、討論與建議事項：

1. 今日試教內容個別修改方向

鴻仁：

- (1)沒有預期到線圈有不同的粗細導致軟硬度不同，所以學生操作的那組因為線圈較軟，失敗率較高。
- (2)學生搞不清楚，磁鐵、電池、線圈、漆包線與永久磁鐵等名詞，可能上課前要再跟學生介紹一下。
- (3)學生花比較多時間在操作上，所以有些部分都沒上到，或是快速跳過。
- (4)因為磁鐵跟迴紋針比較好操作，發現有些學生上課分心拿磁鐵吸迴紋針。
- (5)裡面有比較多新的概念，建議可以在課本 p. 1 的圖，增加標示各操作所需的零件(如：電池、線圈)等，讓學生更清楚知道這些物件。(如課本 p. 8 的圖都有清楚標示)
- (6)要再去思考怎樣圖片說明可以讓學生更清楚，如：指北針跟磁鐵可以加上互相吸引的圖示，幫學生有更多的資訊可以更熟悉這個內容。
- (7)課本 p. 4，【磁鐵離圈的遠近】可以改為→磁鐵與線圈的遠近。
- (8)電池效應跟電磁鐵還需要再釐清。

2. 課本可以考慮的修改方向

(1)可以考慮搖搖發電機的單元先拉到前面，先介紹

電的來歷(從 18 世紀到 1831 的法拉第等故事)

↓

搖搖發電機

↓

電從哪裡來【太陽能、水能、風能等→電能】

↓

簡易電動機【電能→磁能→動能】

三、臨時動議：無

四、散會：14：00

# 104 年十二年國民基本教育課程自然科學領域教學模組研發計畫-國小組臺中 團隊~第 1 小組（高年級）試教檢討會議紀錄

會議時間：104 年 8 月 11 日(二)12：00

會議地點：臺中市大甲區德化國小會議室

主持人：李永烈校長

記錄與攝影：吳佳霓教師

出席者：黃茂在副研究員、吳文龍助理研究員、曾祥榕商借教師、沈招馨教師、李順興教師、  
李永烈校長、王建仁教師、林鴻仁教師、掌慶怡教師、吳佳霓教師

一、主席報告或傳達事項：略

二、討論與建議事項：

1. 教學內容比較偏向能源，應該要再回到能量的部分(如能量的轉換等)
2. 要有一些關鍵問題串連整個課程，不斷地問學生讓學生去思考。(如，做風力發電機時，問：現在能量是甚麼轉換成甚麼?)
3. 多用一些科學過程技能，如：數據分析、有推論、論證與觀察紀錄等。→課本全部都在檢視一下。
4. 問孩子問題不要常問【為什麼?】(學生會回答：因為…)，而是問【你怎麼知道?】(學生會回答：我根據甚麼…)，學生會提證據，去證明他的論述。
5. 探究→孩子有沒有用數據的分析來回答研究問題。
6. 設計問題的時候，要去設想學生要用怎樣的方式來回答問題(從認知、情意、技能來看)
7. 課本 p. 8 圖片的圖示圖說都蠻清楚的，當學生課堂中不清楚時，可以自己看圖。
8. 課本【科普閱讀】部分統一改成【延伸閱讀】
9. 今日試教內容個別修改方向

招馨：

- (1)今天上課內容比較偏向講述的部分，要搭配一些獎勵方式，學生的問答可能會更順暢。
- (2)介紹各種發電方式時應該增加能量轉換去扣緊整個環節(如，水力發電提到的水位高低落差：位能→電能，風力發電由風能→動能→電能等)
- (3)課本 p. 10 科普閱讀-圖片的位置再做調整(圖不要插在文字的中間)

順興：

- (1)課本 p. 11 台電系統裝置容量占比跟上課簡報中的數據不同，應要一致。
- (2)活動 2-3 資料探索跟習作 2-3 的部分有重複，要再整合。
- (3)製作風力發電機，扇葉部分可以請學生拆下來再折(熱熔膠黏合的地方比較不會掉)。另外有些學生風扇轉的效果很好，也是一個可以探討能量轉換效率的題材。
- (4)課本 p. 11 資料探索部分修改方向：
  - a. 這些電廠是用甚麼【能】來發電?為什麼那些地方可以用這些【能】發電?多一些可讓學生探討。
  - b. 今日上課有學生問到為什麼核一、核二都在北部?這是很好的問題。可以帶些能量傳遞的面向(如，核能電廠蓋近一點，比較沒有能量的耗損等)。也可以把問題帶給學生，讓小組討論，你覺得電廠會甚麼這樣分布?有哪些考量的因素?你怎麼會知道?
  - c. 分析三：是甚麼能轉換成甚麼能?

d. 提供數據，讓學生有依據去推論、判斷。(如：臺灣能源的依賴性，可以提供學生台灣近年各能源的發電數據)

e. 突然發現

f. 圖的分布太雜，多給學生資訊。

(5)課本 P. 11 討論：想一想，目前全世界正積極開發的是哪一種發電方式呢？~~為甚麼？~~→改成「你怎麼知道？」，要提供數據(讓學生從數據推論有這種趨勢)。

三、臨時動議：無

四、散會：14：00

# 104 年十二年國民基本教育課程自然科學領域教學模組研發計畫-國小組臺中 團隊~第 1 小組（高年級）試教檢討會議紀錄

會議時間：104 年 8 月 12 日(三)12：00

會議地點：臺中市大甲區德化國小會議室

主持人：李永烈

記錄與攝影：吳佳霓教師

出席者：黃茂在副研究員、吳文龍助理研究員、李永烈校長、王建仁教師、林鴻仁教師、掌慶怡教師、吳佳霓教師

一、主席報告或傳達事項：略

二、討論與建議事項：

1. 活動一、活動四開頭的部分有些太直接切入，需要鋪成再進來。

2. 給學生的概念負擔過重，避免去做定義解釋。

3. 今日試教內容個別修改方向

慶怡：

(1)前面複習跟引起動機的部分花比較多的時間。

(2)字卡練習排能量轉換順序的部分很不錯，但如果移到招馨、順興部分總結的話整個課程上下來應該會比較順暢。

(3)萊頓瓶的製作說明，圖跟說明無法清楚了解要怎麼操作，應該要逐步說明。

(4)萊頓瓶單元要扣回教學目標-電可以被儲存，學生的焦點都在靜電可以吸起頭髮。

(5)做完操作後，萊頓瓶的概念最後要出來-電可以被儲存，可以被帶走。

(6)化學能對學生來說是否太複雜?或許可以放在延伸閱讀。

(7)活動 3-1：電池與充電 → 電池的放電與充電。

(8)萊頓瓶的英文與小故事可以加一下。

建仁：

(1)電費單內有碳排放量，是否可以將後面單元-碳足跡的部分結合。從一個事件開始(學生回家跟爸媽要電費單→從電費單中發現了甚麼(一度電、碳排放等)→再來談這些分支)

(2)電功率是不能消耗的。

(3)使用功率計測量檯燈不同亮度所消耗的電功率 → 使用電功率計測量檯燈不同亮度所消耗的電能。實驗二、三與其相同。

(4)問題問大一點，「生活上甚麼樣的電器會比較消耗電能？」

(5)有一些抽象的概念，如：電功率的詞如果是在學習情境中出現，電功率大的比較耗電等，那學生對電功率這個詞就會不陌生。

(6)計算的部分對學生比較困難，學生不一定要會計算，可以會測量就好。

4. 教科書架構部分：

(1)能量可藉由電流(電能)傳遞轉化 → 能量可以傳遞，形式可以轉換。

三、臨時動議：無

四、散會：14：00

## 6.4 教學省思與教學回饋建議

1. 從學生學習小日記的學習概念圖上，教學者可以清楚檢視學生吸收與回饋情形，也可讓授課教師即時知道教學是否適切。而小日記中活動中印象深刻的操作實驗書寫可以培養學生做科學的正確流程與態度，因此而做到學生學習的自省。
2. 透過本模組教學，使教學者對能量議題有更完整的教學設計，俾便未來再申請夏日樂學計畫時，提出更切合學生實際需要的夏日樂學科學營實施計畫。
3. 本教學模組經實際教學證明，能吸引學生學習興趣，而且有結合臺灣本土的教材內容，應可進一步推廣到有志於寒暑期開設科學育樂營之其他偏鄉學校。

## 6.5 大概念教學模組價值與運用限制

對國小階段的兒童而言，學習與理解「能量」是重要但也是困難的，因為能量的物理意義是抽象而不容易掌握，且容易造成迷失概念。本教學模組教材研發嘗試以「電的來龍去脈」主題教學，來培養「能量可以傳遞，形式可以轉換」的大概念，雖然從學生專注操作與學習筆記中，可以見到大概念教學能引發學生對自然科學學習的興趣，對但因試教的暑期科學營與學期中正式的課堂教學條件仍不相當，教學模組教材的實用性與推廣性仍須進一步檢證。

惟本教學模組嘗試以大概念教學教材研發，透過探究活動教學，來回應新課綱所要培養學生基本科學素養的目標，應為國小學習階段導入新課綱時，提供值得選擇的教材模組模式之一。