

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教案設計者：吳和桔
課程領域：
■物理 □化學 □生物 □地球科學 ■科技領域 ■其他 <u>自然領域+科技領域+數學領域+...跨領域 STREAMS</u>
教案題目：
無線電力傳輸(WPT)之探究與實作及應用:以探究物質對無線電力傳輸之影響為例
授課時數：
7 節課
教案設計理念與動機：
<p>由於學生常接觸 3C 商品且須進行電力補充，除了傳統的有線充電外，新興科技「無線充電或稱之為無線電力傳輸(WPT)」也陸續進入生活應用。因此，選用「探究物質對無線電力傳輸之影響」，作為學生探究與生活問題有關的科學問題，並培養學生「科學探究」與「科技實作」及「問題解決」之知能與素養。</p> <p>本教案設計是以「科學始自觀察」及「科技始終來自人性」和「問題解決始終來自於找到生命出口」為理念，並以「問題解決」為目標。同時以「素養」為導向，輔以「文本媒材之閱讀視聽」為起點，並以「解決真實情境問題」為主軸，從「現象觀察及議題探究」出發，引導學生探究生活周遭的問題，進而解決生活問題。課程活動設計採用「以終為始」及「素養導向」設計並運用「POEC」探究教學法，將學習經驗整合、深化，以達「學習遷移」效果。在教學過程中，以「學生學習」為中心，並適時提供「鷹架」，引導學生建構自己特有的學習歷程樣態，以涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)...等素養，進而培養學生「科學探究」與「科技實作」及「問題解決」能力；同時統整跨域知識(Science 科學/學說、Technology 科技/技術、Reading 閱讀文章/文獻回顧/發展方案、Engineering 工程/工作程序、Aesthetics/Art 美學/視覺/色彩/造型/聽覺/人體工學/感覺、Mathematics 數學、Society 社會/歷史/人文(文化、語文、故事)/地理/生態/環境、STREAMS)，並藉此機會播下「探究與實作及應用」和「maker 自造家」種子，期在校園中萌芽、成長、茁壯，向下扎根，往上發展，提升學生「四創(創意、創新、創造、創業)」能力、涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)；並在「主觀、客觀、宏觀、達觀」的生命發展歷程中，成就每一個孩子(適性揚才/終身學習)、啟發生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展、涵育公民責任、永續生態環境，符應 12 年國民基本教育理念(自發、互動、共好)，達成全人教育目標；且在「物性、人性、心性(良心善念)、靈性(靈犀靈感)」的人生感悟歷程中，對「時間的運用」、「生活的重點」、「生命的重心」、「人生的目標」詮釋並體認「生命的意義」與「生活的目的」，享受生命的美好。</p>
教學目標：
1.認知目標
(1)了解「無線電力傳輸」的優缺點、種類、原理及組成元件
(2)了解影響「無線電力傳輸」之因素(了解物質對無線電力傳輸之影響)
內在系統因素: 無線電力傳輸之「線圈幾何形狀/材質、電壓/電流」...對無線電力傳輸之影響。
外在環境因素:「傳輸介質(固體金屬鐵<鋼鐵/磁鐵...>/非金屬<塑膠/發泡塑膠/橡膠/陶瓷/玻璃/木材/紙材>、液體<水/海水/食鹽水/糖水/酸液/鹼液...>、氣體...)」對無線電力傳輸之影響。

(3)了解如何將「無線電力傳輸」應用於生活

例如:太陽能「無線電力傳輸」點亮(電動車)LED 燈、太陽能「無線電力傳輸」供電/充電...

2.技能目標

(1)具備紙筆手繪與電腦繪製「固體(金屬/非金屬)、液體(純液體/混合液)、氣體(純氣體/混合氣體)」對無線電力傳輸之關係圖表能力

(2)具備紙筆手繪與電腦繪製無線電力傳輸「線圈幾何形狀/材質、電壓/電流...」對無線電力傳輸之關係圖表能力

(3)具備設計、製作「靜態無線供電系統」**專題作品**(例如:「無線電力傳輸」點亮 LED 燈...)能力

3.情意目標

1.引燃「終生學習」熱情 2.激發「動手實作」意念 3.享受「解決問題」喜悅 4.實踐「生命出口」信念

5.體現「合作學習」真諦 6.感受「專題作品」成就 7.累積「人生歷程」智慧

8.感悟「正面積極」人生觀與使命感

教育對象：

中學生 7~12 各年級、社團、營隊學生

課程設計 (方法與步驟)：

一、課程設計

課程設計是以「科學始自觀察」及「科技始終來自人性」和「問題解決始終來自於找到生命出口」為理念，並以「問題解決」為目標。同時以「素養」為導向，輔以「文本媒材之閱讀視聽」為起點，並以「解決真實情境問題」為主軸，從「現象觀察及議題探究」出發，引導學生探究生活周遭的問題，進而解決生活問題。課程活動設計採用「以終為始」及「素養導向」設計並運用「POEC」探究教學法，將學習經驗整合、深化，以達「學習遷移」效果。在教學過程中，以「學生學習」為中心，並適時提供「鷹架」，引導學生建構自己特有的學習歷程樣態，以涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)...等素養，進而培養學生「科學探究」與「科技實作」及「問題解決」能力；同時統整跨域知識(Science 科學/學說、Technology 科技/技術、Reading 閱讀文章/文獻回顧/發展方案、Engineering 工程/工作程序、Aesthetics/Art 美學/視覺/色彩/造型/聽覺/人體工學/感覺、Mathematics 數學、Society 社會/歷史/人文(文化、語文、故事)/地理/生態/環境，STREAMS，圖一)，並藉此機會播下「探究與實作及應用」和「maker 自造家」種子，期在校園中萌芽、成長、茁壯，向下扎根，往上發展，提升學生「四創(創意、創新、創造、創業)」能力、涵育學生自發(本體觀)、互動(認識觀)、共好(倫理觀)、利他(人際觀)、生活(生命觀)；並在「主觀、客觀、宏觀、達觀」的生命發展歷程中，成就每一個孩子(適性揚才/終身學習)、啟發生命潛能、陶養生活知能、促進生涯發展、涵育公民責任、永續生態環境，符應 12 年國民基本教育理念(自發、互動、共好)，達成全人教育目標。課程設計簡述如下：

◎ S 問題肇始之端(Start/Society):人文/社會領域-問題覺察之始

以人文、社會領域為起始(Start/Society)，覺察與生活真實情境相關事件(能源、空污、電磁波/輻射...等問題)議題/問題之端倪，開啟問題之探索。

◎ S(Science，科學/學說/學理):自然領域-問題解決之道

以自然領域之物理、化學、生物、地球科學...等學理為基礎，探究「能源」、「環境」...等問題/議題之特性與解決之道。

◎ T(Technology，科技/技術):科技領域-問題解決之術

1.以「生活科技」為主的創意設計與工程製作思維，進行「無線電力傳輸」專題作品。例如：「太陽能無

線電力傳輸點亮 LED 燈」、「太陽能無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈」作品實作；

2.以「資訊科技」為主的運算思維，進行資通訊實作。例如：**「無線電力傳輸」手機程式控制作品**及**APP 手遊、線上遊戲(延伸活動)**。(影片手機/平板語音控制無線充電 YouTube <https://youtu.be/Z2MrcY4A4rs>)

◎ R(Reading, 閱讀)-問題解決之方

即閱讀文章/文獻回顧、蒐集資料、發展方案。即站在前人(巨人)的肩膀上作為探究與實作的起點，並融入在地文化與特色，發展符合在地特色的問題解決方案。

◎ E(Engineering, 工程/工作程序):工程領域-問題解決之作-產出作品

此階段為**工程設計與製作**，以**合適的工作程序進行作品製作並最佳化專題作品**。即先利用電腦數位輔助繪圖(繪圖軟體)或傳統手工進行創意設計圖(或草圖)，繪製出作品外觀立體圖、三視圖、展開圖。接續再利用電腦數位輔助模擬與製造(例如:機構與結構模擬、3D 列印、雷射切割...等)或傳統手工工具進行試作模型或作品後，進行測試、修正、改善、精緻...等工作程序，**產出最佳化作品/產品/商品/藝術品**。

◎ A(Art/Aesthetics, 藝術/美學):藝術/健體/健護領域-產出人性化作品

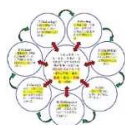
以感官知覺為主的藝術美學之**人性化作品**。例如，視覺、色彩、造型、聽覺、**人體工學(觸覺)**...等感官知覺設計與實作，進行**精緻化與最佳化作品(延伸活動)**。

◎ M(Mathematics, 數學):數學領域-建立模型-提出學說-預測問題之展-防範問題之發

以數學**邏輯推理與運算**為主，進行各階段的可行性與成本及效能評估和預測。例如，計算「無線電力傳輸」之性能和機構與結構及材料... **(延伸活動)**。

◎ S(Society, 社會/人文/生態/環境):社會/語文領域 - 產出「繪本、劇本、行動劇」...省思問題之源

以社會/歷史/、人文(文化、語文、故事)/地理、生態為本的永續生存與發展，作為創意起點。即以創意結合**在地**人文、社會、地理、生態之特色，**發展在地特有的人情風景物意**，讓在地事物變成教學最好的素材，**師生一起解決問題**。具體作法:例如，「無線電力傳輸小精靈/小天使」**誕生的故事(典故/由來)**；或設計「無線電力傳輸小精靈/小天使」之探究與實作**桌遊**(事件卡、機會卡...)；撰寫「**故事繪本**」、編寫「**影視劇本**」、演出「**行動劇**」...**省思問題之源 (延伸活動)**。



圖一 STREAMS 跨域整合 教學模組 活動流程示意圖

<https://drive.google.com/file/d/15c2KXum6ujIEILdg9pwPixHaztrqHYMx/view> (請點擊上圖或左方超連結觀看放大圖)

二、教學策略:主要教學策略簡述如下

1.觀摩學習法

觀摩學習老師/學長姐/同學作品，**合作學習**、同儕學習、協同學習(小老師/助教)/討論、適性輔導、補救教學、差異化教學，建立學習者的社群(例如:LINE 群組)。

2.開放作業學習法(產出學習歷程檔案-檔案評量)

開放式學習單:魚骨圖、心智圖、探究變因表、自變項與因變項之關係表格/關係圖/關係式、建立模型、產生結論、提出學說...

3.POEC探究教學法(科學探究產出專題報告、小論文、科展報告-報告評量)

POEC(Prediction預測、Observation觀察、Explanation解釋、Comparison比較/Conclusion結論)

4.建構式教學法(產出學習歷程檔案-檔案評量):

教師適時提供「**鷹架(Scaffolding)**」並連結實際的情境脈絡，**引導學生建構自己特有的學習歷程樣態(適性發展)**。

5.創意自造maker教學(科技實作產出專題作品-作品評量)

在「科學探究與科技實作」中，創意/設計/自造專題作品，同時建構核心概念(由淺入深、由具體到抽象，例如：無線電力傳輸線圈之幾何形狀/材質、電壓/電流、無線電力傳輸之電磁波...)並建立新的「科學知識(科學探究成果)」與「工程技術(科技實作成果)」，統整跨域知識(STREAMS)，發揮「研習、創作、分享」之創客(maker)精神，將解決問題的專題作品，貢獻於人類社會。

三、教學流程概述(相關教學資源請連結 <https://bit.ly/31Kmewi>)

- 1.引起動機:首先，教師展演所創意自造(make)的「無線電力傳輸點亮 LED 燈」教具，吸引學生注意力。
- 2.展示教具:教師展演創意自造(make)「無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈」教具，激發學生探究好奇心。
- 3.播放媒材:教師播放「影音多媒體影片、照片、文本、簡報」等教學媒材，刺激學生感官，引燃學生「探究與實作及應用」之熱情，激發學生「探究與實作及應用」之意念(有為者亦若是)。
- 4.提問引導:提問學生或其所知之親友是否有使用無線電力傳輸產品(例如:手機無線充電、電動車無線充電...)之經驗，以融入生活經驗實例，並喚起既有生活經驗與情境，關心環境議題(覺察問題之肇始，導入跨域整合 STREAMS 教學活動)，引出學習脈絡。
- 5.進行探究與實作及應用歷程:提問引導並引出學習脈絡後，學生個人先進行學習單探究學習，接續以分組合作討論方式，進行探究理解「人文社會、環境生態(導入跨域整合 STREAMS 教學活動)」...等之相關課程內容；並順勢促進學生“主動”進行一連串的「科學探究」與「科技實作」及「生活應用」之歷程，提升學生「問題解決」的知能與素養。
 - (1)以「科學探究」理解影響「無線電力傳輸」之因素，進而提出「太陽能無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈」的對策或方案(問題解決之道)。
 - (2)以「科技實作」產出作品，即「生活科技」的「做、用、想」與「資訊科技」的「運算思維」，進行創意設計與工程製作(問題解決之術)，完成「太陽能無線電力傳輸點亮 LED 燈」、「太陽能無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈」...等之專題作品/產品/商品/藝術品。
 - (3)以前述的「科學探究」與「科技實作」所產出專題作品，解決「生活」問題。
- 6.評量教學成效:評量內容包含形成性評量與總結性評量。即開放式學習單所產出的學習歷程檔案-檔案評量、POEC 探究過程之科學探究所產出的專題報告-報告評量、建構學生特有的學習歷程樣態中所產出的學習歷程檔案-檔案評量、創意自造 make 過程之科技實作所產出的專題作品-作品評量、測驗單、學習檢核表、上台專題報告/展演專題作品、指定作業(修改/改善/精緻/美化「專題作品」)、資訊科技應用(展演「專題作品」於 YouTube)。
- 7.延伸活動/加深/加廣活動:探究「影響動態無線電力傳輸之因素/電動車無線充電」、無線電力傳輸電磁波對生物(動物/植物)的影響...
- 8.省思教學歷程:教師教學檢核表(自評表)、學生學習檢核表/回饋單、教師觀課單、教學檔案增修、改進教學技巧，發展「科學探究與科技實作」教學模組，融入課程活動。(https://bit.ly/3cmmhTK)

START!!! 本教案授課節數共七節課，各節課程之詳細教學活動流程如下所述:

詳細內容及相關教學資源請參閱:無線電力傳輸之探究與實作及應用課程網

<https://bit.ly/2THDTz4>



【第一、二節】教師提供探究現象，引導學生探究與生活相關的議題(定題)並探究變因，以促使學生探究思考、產生想法、形成問題。

【引起動機】

- 1.展演教具:展演教師創意自造(make)「無線電力傳輸(WPT)」教具、激發科技探究好奇心。
影片 PV-WPT-EV 太陽能無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈展示(製作程序步驟 <https://tinyurl.com/fzmcsr6r>)

YouTube <https://youtu.be/sBdCWA8tcSc> YouTube <https://youtu.be/e0nnb-yQHw4> YouTube <https://youtu.be/qEjgQx8vDLI>



圖: PV-WPT-EV 太陽能無線電力傳輸點亮電動車 LED 燈展示-引起動機、提供探究現象

- 2.播放影片:播放「無線電力傳輸教具、影音多媒體影片/簡報」,刺激學生感官,引燃學生科技探究熱情,激發學生科技探究意念(有為者亦若是)。(教學簡報 <https://tinyurl.com/3rj8rsh>)
- 3.提問預測:提問「有線供電(充電)」之生活體驗,以喚起學生既有生活經驗與情境,並與生活連結,據以類比舉出「影響無線供電(充電)之因素」並提出預測(依其先備知識或經驗)。
- 4.順勢促進學生主動學習一連串的電磁科技(科學/技術)與探究歷程



圖:教師講解說明 無線電力傳輸性能之探究與實作 課程相關活動(目標、注意事項、重點...)

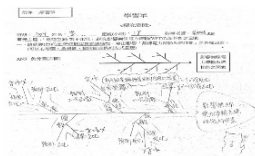
【發展活動】<引燃「科學探究與科技實作」熱情>、<啟發「科學探究與科技實作」心智>

(一)教師活動(提問/展演/引導/組間巡視/走動教學/差異化教學/適性輔導)

- 1.繼續展演「教師創意自造(make)無線電力傳輸」之教具
- 2.播放「無線電力傳輸」相關影片、照片、教學簡報 <https://tinyurl.com/3rj8rsh>
- 3.提問學生有無使用過「無線電力傳輸/供電」?(學生自由回答)
- 4.提問「無線電力傳輸系統」是應用哪些原理?(學生自由回答)
原理:厄斯特電流磁效應(電生磁)、法拉第電磁感應定律(磁生電)、電磁波(電磁輻射:互相垂直的電場與磁場在空間中以波的形式傳遞能量和動量)
- 5.提問/回顧「電」、「磁」特性及其生活應用之相關問題?
- 6.提問學生影響「無線電力傳輸」的因素(變項/變數/變因/參數 parameter)有哪些?
- 7.引導學生依據老師所提供的無線電力傳輸點亮 LED 燈的現象,回顧/聯想/猜想此「無線電力傳輸點亮 LED 燈的現象」的可能原因/原理/理論應用?

(二)學生活動(發現問題/產生想法/形成問題)

確認了解問題/看到老師展演「無線電力傳輸」及影片內容與所提問題<學習單>



◎發展活動-預測階段(認知衝突/發展活動)◎

(一)教師活動(提問/引導/組間巡視/走動教學/適性輔導/差異化教學/及時補救教學/形成性評量)

1.提問學生影響「無線電力傳輸系統」變數/變因/參數」有那些?

提示:無線電力傳輸可類比為太陽光線(電磁波)/水波/聲波 (連結舊經驗/既有知識發展新概念/知識)<學生同時可填寫學習單>

(1)外在環境變化因素

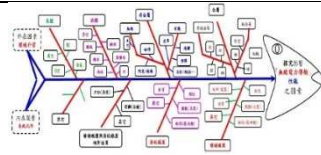
<1>天候氣象:溫度、溼度、風速... <2>地理環境:距離、方位、平地或高山空氣密度...

<3>傳輸介質:固體(金屬/非金屬)、液體(純液體/混合液)、氣體(純氣體/混合氣體)

(2)內在系統因素

[1]發射線圈:電壓(功率)、線徑(面積)、圈數(長度)、幾何形狀(圓形/方形)、材質(銅線/鋁線/鐵線...)

[2]接收線圈:線徑(面積)、圈數(長度)、幾何形狀(圓形/方形)、材質(銅線/鋁線/鐵線)...



圖二 影響「無線電力傳輸」之因素 示意圖 (以魚骨圖為例)

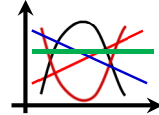
https://drive.google.com/file/d/1k2QgcV8uT2qOliWu-kchHfHP6Qt_MHKf/view?usp=sharing(請點擊上圖或左方超連結觀看放大圖)

2.引導學生確認問題 (1)自變項(外在環境與內在系統因素) (2)應變項(LED 亮度...) (3)假設/前提

3.指導學生填寫學習單

提示:(1)正比關係: $y=kx$; (2)反比關係: $xy=k$; (3)一次函數關係(直線): $y=ax+b$ (斜率 a · 正相關或負相關);

(4)二次函數關係(拋物線): $y=ax^2+bx+c$ · 式中 k,a,b,c 為待定係數(領導係數 a · 存在極大值或極小值?)



(二)學生活動(學習單填寫/小組討論/認知衝突活動/同儕學習/分組合作)

1.學生就生活經驗或直覺，寫出影響「無線電力傳輸」因素之各種因素(可以心智圖、魚骨圖、樹狀圖或條列方式呈現)。

2.學生預測「**固體、液體、氣體**」等物質對「無線電力傳輸」的影響。

引言:是否「**金屬物質**」、「**非金屬物質**」、「**液體**」、「**氣體**」與「無線電力傳輸」成正比/正相關? 反比/負相關? 函數關係? 存在極大值或極小值?(由淺入深/由具體到抽象)。

3.學生預測「無線電力傳輸發射線圈之**幾何形狀(圓形/方形)**、**圈數(長度)**、**電壓(功率)**、**線徑(面積)**、**方位角度(0/90/180/360 度)**、**材質(銅線/鋁線/鐵線...)**...等」對「接收線圈 LED 亮度」的影響。

引言:(1)是否「無線電力傳輸發射線圈之電壓(功率/電磁場強度)」愈高，「無線電力傳輸接收線圈之感應電壓(或 LED 亮度)」就愈高? 「無線電力傳輸接收線圈之感應電壓」與「無線電力傳輸發射線圈之電壓(功率/電磁場強度)」成正比/正相關? 反比/負相關? 函數關係? 存在極大值或極小值?(由淺入深/由具體到抽象)。

(2)其發射線圈之電壓(功率/電磁場強度)行為特性可類比**為聲波(音波)、水壓(水波)、氣壓(壓力波)、光波...之傳遞特性**或牛頓第三運動定律:作用力與反作用力現象，即施加在物體上的作用力(發射線圈電壓/功率)愈大，則物體(接收線圈)的接收的能量/反作用力就愈大?(由淺入深/由具體到抽象)。

【第三~六節】無線電力傳輸之探究與實作及應用 ◎發展活動-觀察階段(認知衝突/技能發展活動)◎

(一)教師活動(展演/引導學生/組間巡視/走動教學/差異化教學/及時補救教學/形成性評量<觀察學生>)

1.發給各組各式「無線電力傳輸」教具/相關儀器/設備。或學生使用自行設計實驗器具/相關儀器/設備，進行探究觀察與實作。 YouTube <https://youtu.be/LUiPuOd8Ems>

2.展演「無線電力傳輸」教具/播放影音多媒體，請學生觀察、記錄「**固體、液體、氣體**」和「**線圈之幾何形狀(圓形/方形)**、**圈數(長度)**、**材質(銅線/鋁線/鐵線...)**、**線徑(面積)**、**電壓(功率)**、**方位角度(0/90/180/360 度)...**等」對「無線電力傳輸接收線圈 LED 亮度」變化並比較是否與先前預測相符合。

影片 教師展演示範說明 無線電力傳輸之探究與實作及應用

YouTube <https://youtu.be/21YbbuFzNn0> (「**固體、液體、氣體**」等物質對「無線電力傳輸」的影響)

YouTube <https://youtu.be/baoyP7aoT6o> YouTube <https://youtu.be/uqmZuXc7xGo>(續)

YouTube <https://youtu.be/I3Y8P1pkOvs> YouTube <https://youtu.be/yTiNK9nGvte>

YouTube <https://youtu.be/WymBAXovies> YouTube <https://youtu.be/7UEEkllrXKM> YouTube <https://youtu.be/tsQFUXKBSmI>

3.引導/檢視學生記錄、繪製「**固體、液體、氣體**」對「接收線圈感應電壓(或 LED 亮度)」之關係圖表。

(二)學生活動 (學習單填寫/認知/技能活動/同儕學習/分組合作/討論/同儕補救教學)

- 1.請依據老師提供的無線電力傳輸點亮 LED 燈的現象，依既有經驗、知識、認知，自行設計實驗，實驗內容必需包含實驗的假設、自變項(自變變/因自變數)、依變項(應變變因/應變數)與控制變項(控制變因/不變變因)。探究變因表 <https://tinyurl.com/6ukhkwb9>



圖:學生實作無線電力傳輸供電 綠色科技社團活動 1090529

- 2.小組自行操作教具並改變「固體、液體、氣體」對「接收線圈 LED 亮度」之關係，並觀察、記錄「接收線圈之感應電壓(或 LED 亮度)」之變化且比較是否與預測相符合。

Keyword: 免費手機光線偵測 APP 應用程式 [lux meter light meter](#)(免費照度計 APP APK) or **Phyphox**

影片 無線電力傳輸 學生進行科學探究與科技實作場景 教師組間巡視 指導

YouTube <https://youtu.be/gC1WxEmBxTQ>

YouTube <https://youtu.be/W1libfBTUDtw>

YouTube <https://youtu.be/cOine2iOeDo>

YouTube <https://youtu.be/GSpIwrJLsr4>

YouTube <https://youtu.be/GdPKbdd5u4k>

YouTube <https://youtu.be/JRP5p2vorI0>



圖:學生 探究與實作「物質」、「線圈」對無線電力傳輸之影響

- 3.小組繪製「固體、液體、氣體」對與「接收線圈 LED 亮度」之關係圖表。
4.小組繪製「線圈幾何形狀(圓形/方形)、圈數(長度)、材質(銅線/鋁線/鐵線...)、線徑(面積)、電壓(功率)、方位角度(0/90/180/360 度)...等」對與「接收線圈 LED 亮度」之關係圖表。

◎發展活動-解釋/比較階段(知識連結/認知發展活動)◎

- 1.小組依所觀察、記錄、繪製的資料進行討論/解釋/詮釋：「固體(金屬/非金屬)、液體(純液體/混合液)、氣體(純氣體/混合氣體)」和「線圈幾何形狀(圓形/方形)、圈數(長度)、材質(銅線/鋁線/鐵線...)、線徑(面積)、電壓(功率)、方位角度(0/90/180/360 度)...等」對「接收線圈 LED 亮度」之影響。
2.小組依所觀察、記錄、繪製的資料比較：「固體、液體、氣體」和「線圈幾何形狀、圈數、材質、線徑、電壓、方位角度...等」對「接收線圈 LED 亮度」之影響程度，並依其影響程度，由大而小排列。提示:請以大於、等於、小於之關係比較之。



圖:學生 記錄觀測結果、討論分析、分享結論

◎綜合活動/結論(Conclusion)/後設認知階段◎(回顧/省思/綜合活動/探究歷程)

(一)學生活動

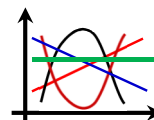
- 1.小組總結「物質(固體、液體、氣體)」和「線圈幾何形狀、圈數、材質、線徑、電壓、方位角度...等」對「無線電力傳輸」之影響，並依其影響程度，由大而小排列。

- 2.回顧/省思/內化「電」、「磁」探究歷程 3.學習單填寫 4.回饋單填寫 5.學習檔案整理

(二)教師活動(組間巡視/走動教學/適性輔導/差異化教學/及時補救教學/形成性評量)

- 1.評論各組結論 2.引導全班依據各自探究的結論一起討論並總結。3.引導學生回顧/省思「電」、「磁」探究歷程

◎引導學生填寫學習單



提示:(1)正比關係: $y=kx$; (2)反比關係: $xy=k$; (3)一次函數關係(直線): $y=ax+b$ (斜率 a ，正相關或負相關);

(4)二次函數關係(拋物線): $y=ax^2+bx+c$ ，式中 k,a,b,c 為待定係數(領導係數 a ，存在極大值或極小值?)

【第七節】探究與實作及應用之成果發表

一、教師與學生活動

1. 引導小組上台繪製「**固體、液體、氣體**」和「**線圈幾何形狀、圈數、材質、線徑、電壓、方位角度...等**」對「無線電力傳輸」之影響，**並依其影響程度，由大而小排列**。同時列出其**關係式(建立模型)**。例如：成正比/正相關？反比/負相關？函數關係？存在極大值或極小值？
2. 引導全班依據各自探究的結論一起討論並總結「**物質(固體、液體、氣體)**」和「**線圈幾何形狀、圈數、材質、線徑、電壓、方位角度...等**」對「無線電力傳輸」之影響，**並依其影響程度，由大而小排列**。



圖：學生上台分享結果與結論/教師評論各組報告並總結 [YouTube https://youtu.be/NThaTds4Mz0](https://youtu.be/NThaTds4Mz0) [YouTube https://youtu.be/Id0CIS1vJ1E](https://youtu.be/Id0CIS1vJ1E)

二、綜合活動(統整與總結/回顧/省思/後設認知)

1. 教師統整各組有關探究與實作「**物質(固體、液體、氣體)**」和「**線圈幾何形狀、圈數、材質、線徑、電壓、方位角度...等**」對「無線電力傳輸」之影響的總結內容與重點。 [YouTube https://youtu.be/URI4v7E-JBs](https://youtu.be/URI4v7E-JBs)

$$\text{建立數學模型: } y = f(x) \begin{cases} = 1 \text{ (LED亮度不變)} & \text{非金屬物質、液體(自來水、食鹽水、紅糖水)、氣體(空氣)} \\ \geq 1 \text{ 或 } \leq 1 \text{ (LED亮度改變但不熄滅)} & \text{磁鐵金屬物質(視磁鐵磁力強度而定)} \\ = 0 \text{ (LED亮度消失)} & \text{金屬物質(磁鐵除外,即磁鐵造成LED亮度改變暗,但不熄滅)} \end{cases}$$

合理化解釋現象: 1. 因為金屬是電與磁的良導體，發射線圈的電磁能量被金屬物質吸收而無法傳遞到接收線圈，故原本接收線圈所點亮的 LED 燈，因金屬物質的加入而熄滅。 2. 磁鐵屬金屬物質，但具有磁性，可將電磁能量吸收，卻又藉本身的磁力傳輸電磁能量到接收線圈點亮 LED 燈，其傳輸能量視其磁力大小而定，其與磁鐵的導磁係數(permeability)有關。

2. 引導學生回顧、省思探究與實作歷程、發下測驗單，進行總結性評量、學習檢核表、回饋單

3. 教師引導學生回顧/省思「**無線電力傳輸之探究與實作及應用**」之歷程

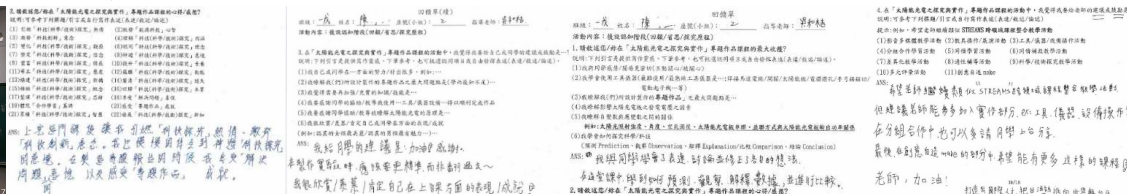
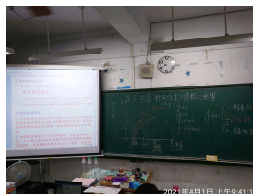


圖 學生填寫回饋單示例

-----本教案授課節數共七節，各節課程之詳細教學活動流程結束-----

學習評量內容

1. 形成性評量: 課堂表現、師生問答、學習單、動態評量。
2. 總結性評量: 測驗單/書面報告/專題報告/檔案評量/實作評量/作品評量
3. 後設認知: 回饋單、學習檢核表
4. 作品評量規準: **創意自造(maker)**>**創意改造**>**創意模型(動態)**>**創意造型(靜態)**>**創意組裝(套件/材料包)**>**創意圖形**

參考資料：

1. 科技大觀園 <https://scitechvista.most.gov.tw/zh-tw/Home.htm>
2. 無線充電系統技術發展介紹 - 財團法人車輛研究測試中心 <https://tinyurl.com/7utmswsj>
3. 無線電力傳輸之探究與實作及應用課程網 <https://bit.ly/2THDTz4>
4. 桔哥老師的教學網 <https://bit.ly/2XCACCB>
5. 汽車材料學課程網 <https://bit.ly/2ZxAvwT>