

附件2

新北市114年度數位學習創新教案徵選活動實施計畫
教案設計

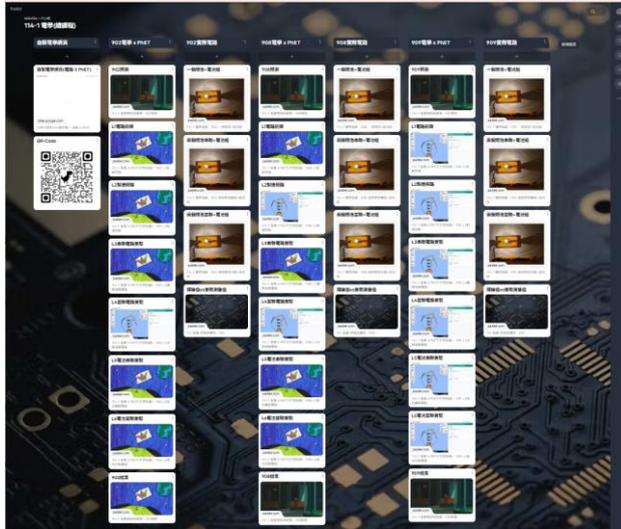
服務學校	新北市安溪國中		設計者	黃唯芯	
領域/科目	國中自然-理化科		實施年級	九年級	
單元名稱	虛實『電』力全開： 運用因材網與 PhET 之歐姆定律自主探究		總節數	共 <u>六</u> 節， <u>270</u> 分鐘	
行動載具作業系統	<input checked="" type="checkbox"/> Android系統 <input checked="" type="checkbox"/> Chrome系統 <input checked="" type="checkbox"/> iOS系統 <input checked="" type="checkbox"/> Windows系統 以上系統皆可使用，課堂進行中以ios系統為主				
設計依據					
學習重點	學習表現	<ul style="list-style-type: none"> ● tr-IV-1 能將所習得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據,並推論出其中的關聯,進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 ● pe-IV-2 能正確安全操作適合學習階段的物品、器材儀器、科技設備及資源。能進行客觀的質性觀察或數值量測並詳實記錄。 ● pa-IV-1 能分析歸納、製作圖表、使用資訊及數學等方法,整理資訊或數據。 ● ai-IV-2 透過與同儕的討論,分享科學發現的樂趣。 		核心素養	<ul style="list-style-type: none"> ● 自-J-A2能將所習得的科學知識,連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據,學習自我或團體探索證據、回應多元觀點,並能對問題、方法、資訊或數據的可信性抱持合理的懷疑態度或進行檢核,提出問題可能的解決方案。 ● 自-J-B2能操作適合學習階段的科技設備與資源,並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中,培養相關倫理與分辨資訊之可信程度及進行各種有計畫的觀察,以獲得有助於探究和問題解決的資訊。 ● 自-J-C2透過合作學習,發展與同儕溝通、共同參與、共同執行及共同發掘科學相關知識與問題解決的能力。
	學習內容	<ul style="list-style-type: none"> ● Kc-IV-7 電池連接導體形成通路時,多數導體通過的電流與其兩端電壓差成正比,其比值即為電阻。 			
議題融入	實質內涵	<ul style="list-style-type: none"> ● 科E1 了解平日常見科技產品的用途與運作方式。 			
	所融入之學習重點	<ul style="list-style-type: none"> ● 能運用科學工具(三用電表)解決日常生活中的電路檢測問題。 			
教材來源		南一版自然科學3上(第四章)、教育部因材網、PhET 互動模擬			
教學設備/資源		<ul style="list-style-type: none"> ● 課程設備：平板電腦、無線網路、投影設備 ● 實驗設備：電路實驗器材包(電池、導線、燈泡、伏特計、安培計、電阻)、三用電表 			
使用軟體、數位資源或APP內容		自製電學網頁(電路 X PhET)、Padlet			

學習目標		
<ul style="list-style-type: none"> ● 能說明電池連接導體形成通路時，導體兩端的電壓與通過的電流成正比的關係(歐姆定律)。 ● 能定義電阻為電壓與電流的比值 ($R=V/I$)，並理解其物理意義。 ● 能正確選用並安全操作伏特計、安培計或三用電表來測量電路中的電壓與電流數值(pe-IV-2)。 ● 能將測得的實驗數據轉化為V-I關係圖表，並分析圖形趨勢歸納出變數間的線性關係(pa-IV-1)。 ● 能將習得的歐姆定律知識，連結實驗觀察到的數據（如電壓加倍、電流加倍），驗證並解釋實驗結果的正確性 (tr-IV-1)。 ● 能在小組合作中，主動分享實驗發現與數據分析結果，體驗共同解決科學問題的樂趣。 ● 能利用因材網診斷報告監控自身學習狀況，並針對弱點進行補救學習。 		
教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間	使用軟體、數位資源或APP內容
<p>第一階段：數位輔助知識建構</p> <p>【第一節】 電路基礎與物理名詞定義理解</p> <p>一、回家作業(前測)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因材網前測(探索電的世界(卷一)) <p>二、引起動機(定標)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 說明今天這節課的學習目標與因材網任務 <p>三、發展任務(擇策、監控)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 從前測中進行重點澄清。 ● 教師導學：不同的電路形式與電路符號。 ● 觀看因材網知識節點影片，並完成隨堂檢核。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 電量(Kc-IV-2-03)(6'42'') ◆ 電壓的定義(Kc-IV-7-07)(6'48'') ◆ 電流的定義(Kc-IV-7-05)(8'41'') <p>四、綜合活動(調節)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 總結電量、電壓及電流的定義、不同的電路形式與電路符號。 ● 預告下節課要進入測量工具的使用。 	45分	因材網
<p>【第二節】 測量工具介紹與使用</p> <p>一、引起動機(定標)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 複習上節課程內容 ● 說明今天這節課的學習目標 <p>二、發展任務(擇策、監控)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 觀看因材網知識節點影片，並完成隨堂檢核。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 測量電路中的電壓(Kc-IV-7-08)(5'31'') ◆ 測量電路中的電流(Kc-IV-7-06)(9'17'') ● 教師導學三用點表的使用方式。 <p>三、綜合活動(調節)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 總結伏特計、安培計以及三用電表如何操作。 ● 預告下節課將進入虛擬實驗室。 	45分	因材網 三用電表

教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間	使用軟體、數位資源或APP內容
<p>第二階段：虛實整合探究</p> <p>【第三節】 虛擬實驗室 (POE 探究)</p> <p>一、預測(Prediction)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 提供Padlet連結，並在Padlet版面中呈現自製電學網頁(電路 X PhET)連結。 ● 學生在Padlet中預測，串聯與並聯的燈泡亮度(欄位一)。 <p>二、觀察與模擬(Observe)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 數位實作(擇策)： 學生使用平板進入自製Google Sites (嵌入 PhET) 進行電路組裝模擬(共有6個關卡)。 ● 大膽試錯： 鼓勵學生嘗試不同的接線方式(甚至故意短路)，觀察電子流動的變化與電池反應(起火)，建立直覺。 <p>三、解釋(Explain)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 截圖模擬結果(含電壓/電流數值)上傳至 Padlet。 ● 串聯與並聯的電壓與電流的數值關係為何? <p>四、綜合活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 總結今日活動。 ● 預告下節課要進行實體實驗。 	45分	Padlet 自製電學網頁 (電路 X PhET)
<p>【第四節】 實體實驗室</p> <p>一、準備活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分組發放實體器材箱。 ● 安全宣導：重申電源短路危險性(回顧上節課 PhET 模擬起火畫面)，可能會導致儀器毀損。 <p>二、實作驗證(監控)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 虛實對照：學生依據上節課在 PhET 成功的電路圖，連接實體電路。 ● 數據收集：使用伏特計與安培計進行測量(共3個關卡)。 <p>三、問題與討論(調節)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 為什麼實體測量與模擬測量會有數據差異? <p>四、綜合活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 總結今日活動。 ● 預告下節課要進行實體實驗。 	45分	Padlet 自製電學網頁 (電路 X PhET)

教學活動設計		
教學活動內容及實施方式	時間	使用軟體、數位資源或APP內容
<p>第三階段：歸納與定律</p> <p>【第五節】 數據分析與電阻</p> <p>一、回顧與整理</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 檢視 Padlet 上的完整數據（虛擬截圖 + 實體照片） <p>二、歸納討論</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 串並聯特性總結： 觀察數據，歸納出「串聯電路電流處處相等」、「並聯電路電壓處處相等」的結論。 ● 觀看因材網知識節點影片，並完成隨堂檢核。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 電阻的定義(Kc-IV-7-09)(6'36'') ◆ 歐姆定律(Kc-IV-7-10)(6'24') <p>三、小組分享</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分享實驗中發現的誤差來源及修正方法。 <p>四、教師導學</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 三用電表初體驗 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 工具介紹：教師展示三用電表，說明其整合了電壓、電流與電阻的測量功能。 ◆ 驗證實作：學生將電表轉至「歐姆檔」，直接測量實驗中使用的電阻器。 <p>五、綜合活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 總結今日活動。 ● 預告下節課要使用三用電表。 <p>【第六節】 歐姆定律</p> <p>一、準備活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 分組發放實體器材箱。 ● 使用三用電表進行電壓與電流的測量。 <p>二、探究活動</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 進行“影響電阻的變因”的實驗 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 操作變因：長度、截面積。 ◆ 在google sheet板模中記錄數據。 ◆ 討論數據，並完成定行文。 ● 觀看因材網知識節點影片，並完成隨堂檢核。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 影響電阻的變因(Kc-IV-7-12)(5'47') <p>三、總結性評量(進行後測)並根據不同學生給予差異化作業</p>	45分	Padlet 因材網 三用電表
	45分	Padlet 因材網 google sheet 三用電表

教學成果



學生作品展示區



學生進行前測



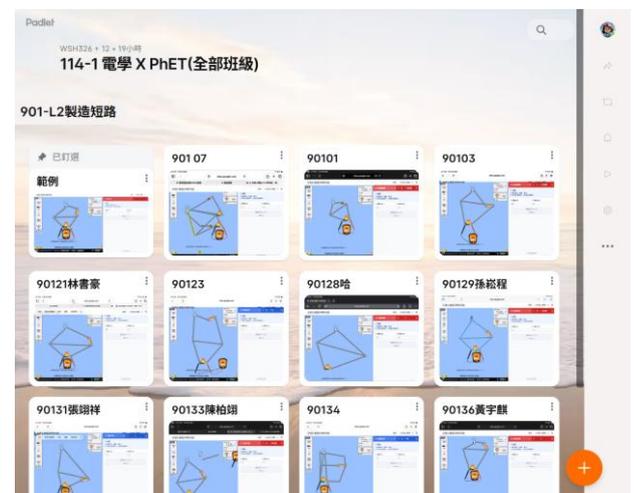
學生觀看因材網教學媒體



學生進行節點檢核



學生進行自製電學網頁(電路 X PhET)操作



學生上傳紀錄

●課程的教學脈絡調整：

以往上到這一單元時，都會遇到儀器的損壞率節節上升，大多數都是因為學生操作當下忘記要如何正確使用，所以希望能透過先進行**虛擬**實驗，確認後再進入到**實體**實驗，以減少損壞。另外，也希望透過每一次的教學經驗，讓學生在第二次接觸電學的過程中，可以盡快步上軌道，因為學生第一次接觸電學已經是在小學四年級的時候，就以學生再次學習而言，已經是五年前的事情。

以下為教學脈絡調整的異同：(透過NotebookLM協助整理並由教案設計者進行整合)

1. 相同處：教學的核心目標與科學內容
 1. 電路三要素：兩者皆環繞著電壓、電流、電阻這三個物理量及其相互關係。
 2. 核心定律：最終目標都在於引導學生理解並掌握歐姆定律 ($R=V/I$)。
 3. 測量工具：均強調學習使用伏特計、安培計及三用電表等測量儀器。
 4. 電路規律：都包含了電池與燈泡在串聯與並聯狀態下的電壓與電流特性
2. 相異處：

向度	課本文本	教案設計
邏輯架構	<p>「物理量分類」 採用線性學科邏輯。依照 4-2 電壓、4-3 電流、4-4 電阻的順序編排，先定義概念，再進行實驗驗證</p>	<p>「探究階段」 採用三階段探究邏輯。將知識拆解為「知識建構(數位預習)」、「虛實整合探究(動手操作)」以及「歸納與定律(數據分析)」。這種安排更強調學習的過程而非結果。</p>
實驗角色	<p>「驗證結論」 實驗(如實驗 4-1)主要是為了測量數據以導出歐姆定律，較強調精確測量與正確操作。</p>	<p>「試錯與探究」 引入 POE (預測-觀察-解釋) 策略。特別是在 PhET 虛擬實驗中，鼓勵學生進行「大膽試錯」(如短路接法、觀察起火)，這在實體實驗中是難以實現的。這種脈絡讓實驗變成了發現問題的過程，而非只是為了得到正確答案。</p>
科技整合	<p>「輔助工具」 科技應用較少，主要依賴圖表與文字類比(如水流類比)來解釋概念。</p>	<p>「學習平台」 高度整合數位工具。利用因材網進行自主學習與診斷，使用 PhET 降低實驗風險，並透過 Google Sheets 與 Padlet 進行數據紀錄與同儕討論。</p>
安全與技能		<p>特別設計了「先虛擬後實體」的脈絡。透過虛擬模擬器建立安全意識與操作直覺後，再進入實體實驗室操作昂貴儀器，這在傳統課文中較少被提及，是新教案在教學流程上的重要優化。</p>
教學隱喻	<p>「水管系統邏輯」 像是在引導學生「閱讀水務局的說明手冊」。先告訴你幫浦(電壓)長什麼樣、水流(電流)怎麼測、水管阻力(電阻)如何計算，最後讓你去看看水管系統是否真的如此運作。</p>	<p>「飛行訓練邏輯」 像是在培養一位「飛行員」。先在教室學原理，接著進入飛行模擬器(虛擬實驗)大膽操作甚至模擬墜機(短路)，待熟悉後才真正坐上駕駛艙(實體實驗)實際飛行，最後再回頭來分析飛行數據。</p>

●成效分析：

◆數據驅動的學習成效：

透過因材網的診斷測驗，發現班上原本有 55% 的學生對於「電壓的定義」存有迷思。經由第一節課的數位輔助教學與影片引導後，在單元檢核中，該迷思概念的錯誤率大幅下降至 25%。

◆探究能力的具體展現：

從 Padlet 的歷程紀錄中可見，學生不僅能上傳模擬及實際的實驗截圖，更能具體寫出「為什麼實體電壓值低於測量電壓值」的科學解釋。這顯示學生已超越了單純的操作，具備了分析實驗誤差與連結理論的科學素養。

◆操作技能與工具使用：

在虛實整合的策略下，觀察到學生在進行實體電路連接時，因有 PhET 的視覺化經驗，接線錯誤率較往年顯著降低。同時，學生能正確使用「三用電表」，並能根據測量需求（測電壓或測電阻）正確選擇儀器檔位，展現了良好的實驗操作技能。

●教學省思：

◆虛實整合的教學價值

過去教學中，學生常因害怕「燒壞器材」或「接線複雜」而不敢動手。本次嘗試先進行 PhET 模擬，成功降低了學生的認知負荷，讓他們建立信心。我發現當他們進入實體實驗時，不再是盲目操作，而是會拿著平板上的模擬圖跟實體線路做比對，這種「有意識的操作」是傳統講述教學難以達成的。

◆差異化教學的挑戰與突破

未來若再進行此課程，會考慮製作圖像化的「電表接線卡」進行投屏，提供給操作較慢的學生隨時查閱，進一步落實差異化輔助。

◆生活連結的驚喜

引入「三用電表」是意外的亮點。原本想說這是補充教材，但學生對於能像水電師傅一樣「轉動旋鈕檢測電路」感到非常有興趣，又再加上有技藝班的學生能夠當我的小助教，教導同儕使用，增加學生亮點。這讓我反思，未來的理化課程應更積極納入這類「真實世界」的工具，不僅能驗證歐姆定律，更能有效提升學生的學習動機與生活應用感。

●因材網使用節點：

電量(Kc-IV-2-03)(6'42'')	電壓的定義(Kc-IV-7-07)(6'48'')
電流的定義(Kc-IV-7-05)(8'41'')	測量電路中的電壓(Kc-IV-7-08)(5'31'')
測量電路中的電流(Kc-IV-7-06)(9'17'')	電阻的定義(Kc-IV-7-09)(6'36'')
歐姆定律(Kc-IV-7-10)(6'24')	影響電阻的變因(Kc-IV-7-12)(5'47')

●Padlet 連結：

<https://padlet.com/WSH326/114-1-r51ru0qi7gi349y2>

上課時會使用“分組會議室連結”進行重點討論

●自製電學網頁(電路 X PhET)連結：

<https://sites.google.com/view/9grade-shinscience/%E9%9B%BB%E8%B7%AF-x-phet>