

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案格式與學習單

教案設計者：陳冠甫、李亞橋 (臺北市濯亞國際學院實驗教育機構)

課程領域：

- 物理 化學 生物 地球科學 科技領域 自然科學探究與實作
數學 其他_____ (可複選)

一、教案題目

一公升光明

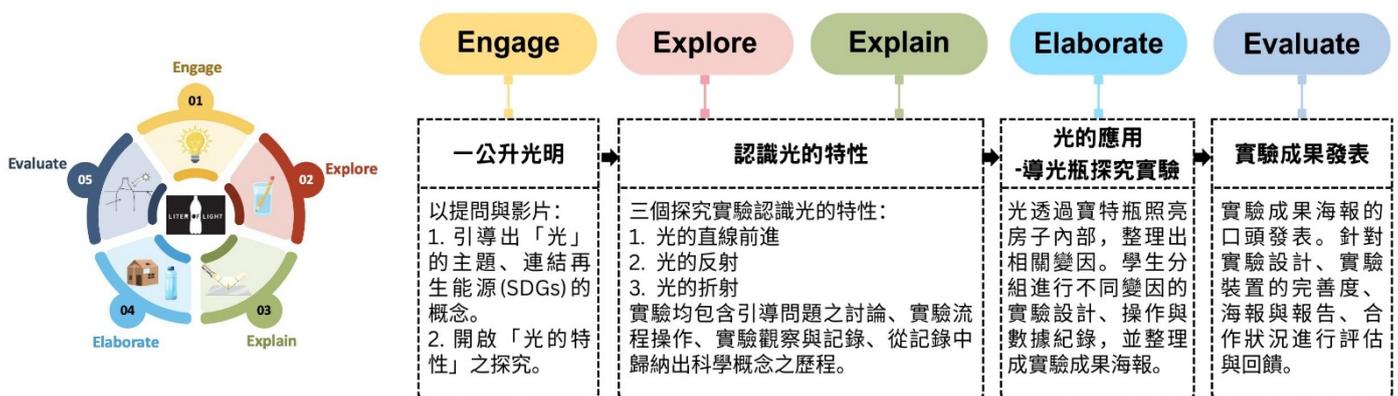
二、授課時數

5 週 (國小每堂課 110 分鐘/週，共五週)

三、教案設計理念與動機

自然科「光」單元為國小階段的重要學習內容，學生需理解光的直線前進、反射與折射等基本特性。然而傳統教學方式多以靜態圖示與制式實驗操作為主，學生往往僅停留在記憶性理解，缺乏實際應用的脈絡與問題解決的能力。為使學生從生活經驗中主動建構科學概念，本教案導入聯合國永續發展目標 (SDGs) 第七項：「可負擔且清潔的能源」，並結合全球公益行動「一公升光明」計畫，設計具探究性與行動性的課程活動。

「一公升光明」是一項利用回收寶特瓶與清水導入自然光、照亮暗室的創新做法，適用於缺乏穩定電力資源的地區，具有低成本、高實用性與社會關懷價值。課程中透過此真實案例，讓學生帶著問題意識進行觀察與討論，並在教師引導下運用 **5E 探究教學策略** (引起動機、探究探索、解釋建構、延伸應用、表現評量)，完整經歷一個科學探究的歷程。



學生將實際操作與改良「導光瓶」，探索寶特瓶中液體種類、瓶身材質、光源角度等變因對照明效果的影響，練習提出假設、設計實驗、控制變因、記錄觀察與解釋結果。透過探究式學習，學生不僅能深入理解光的折射與反射行為，更能培養問題解決、合作討論與創意表達的能力。同時，藉由對能源議題的認識與反思，強化其永續思維與社會責任感，實踐以科學知識關懷生活、回應真實世界問題的教育目標。

四、教學目標

(一) 知識：

1. 認識光的基本特性，包括光的直線前進、反射與折射。
2. 瞭解光在不同介質中行進時速度不同，會產生折射現象。
3. 了解「一公升光明」的原理，包含利用水瓶導入自然光的方式。
4. 知道實驗中三種變因的類型：操縱變因、應變變因、控制變因。
5. 認識 SDGs 目標 7「可負擔且清潔的能源」的基本精神與社會意義。

(二) 技能：

1. 能觀察光的折射與反射現象，並正確描述其發生情形。
2. 能設計實驗並控制單一變因（如瓶內液體、瓶子透明度等）。
3. 能操作與改良簡易導光裝置，並記錄實驗過程與結果。
4. 能分析觀察結果，提出可能原因或解釋光的行為。
5. 能與同儕合作進行科學探究，討論與發表觀察與結論。

(三) 通則：

1. 依據觀察、提問、假設、變因設計、實驗操作與結果解釋的科學探究歷程，培養學生的觀察力、推理能力與實作能力，並促進科學概念的建構。
2. 本單元以「光的直線前進、反射與折射」為核心，透過生活化實驗與真實情境導入，引導學生從觀察中推論光的行為規律，建立科學概念，並能將知識應用於解釋生活現象與創新設計。
3. 一公升光明為實例，引導學生認識能源取得不平等的現象，思考光在改善居住環境中的應用，培養永續思維，實踐科學知識與公民素養的整合學習。

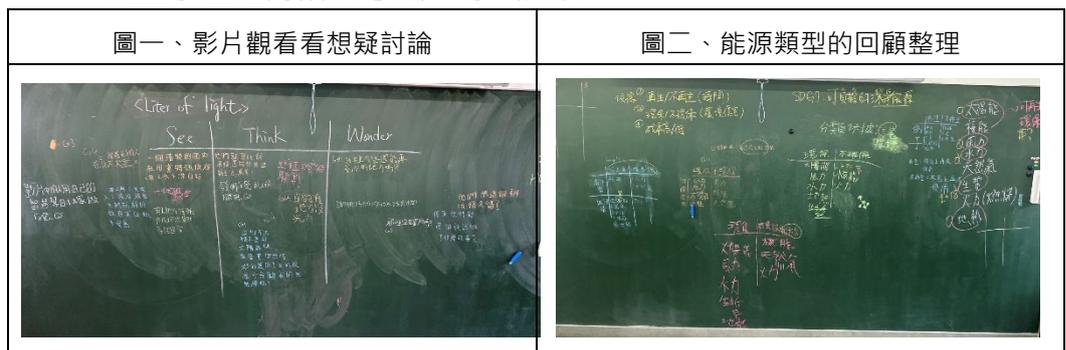
五、教育對象

國小五年級

六、課程設計（方法與步驟）

週次	主題	教學內容
Week 1	一公升光明 (Engage)	<p>(一) 引起動機：透過引導問題，帶學生進入光的主題情境。</p> <p>提問：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 為什麼可以看得到物體。（引出有光的概念）2. 光的來源有哪一些？（引出光源需要有電或是太陽）3. 如果發生了停電，沒有辦法開燈怎麼辦？4. 在缺電的地區，有什麼方法可以照明？他們可以如何利用太陽光照明？（發想） <p>(二) 「一公升光明」之影片觀看、「看、想、疑」紀錄 (https://www.youtube.com/watch?v=cQCHvO2H0_0)</p> <p>教師引導學生針對影片做討論，透過討論、歸納與整理，連結四年級能源的科學概念，對於生活用電之例子，認識再生能源的類型與效能，引入光的能源應用。</p>

1. 首先學生了解世界上仍有許多國家地區人民無法享有方便且便宜的電及光。第二、認識可再生能源：光。
2. 回顧四年級的能源單元：
 - (1) SDGs 7 The energy progress report – (<https://trackingsdg7.esmap.org/>)
 - (2) 台灣的能源和再生能源的類型與比例 – (經濟部能源署：<https://www.esist.org.tw/>)
3. 在台灣，一顆 35 瓦的燈泡，每天開燈 8 小時，計算出
 - (1) 需要多少的電(千瓦/每年)
 - (2) 需要的費用(元/每年)
 - (3) 二氧化碳排放量(公斤/每年)
 (計算的公式：<https://www.hk.megaman.cc/zh/resources/green-room/energy-saving-calculator>)
4. 學生提出水瓶可以作為燈泡，提出是因著光的特性：反射現象、折射現象，進而開啟接下來光的特性的學習。
5. 引導提問：「在這個現象中，光可能有什麼特性？」
學生討論並提出初步猜想（如：光會折彎？會反射？直直走？）歸納統整學生之討論與想法，導入實驗。



Week 2
認識光的特性
(Explore / Explan)

透過三個小實驗的觀察與紀錄，以結構性的方式讓學生熟悉實驗操作的知能（實驗設計、實驗流程、結果紀錄與討論），並且能觀察光的三個特性。

(一) 實驗一、光的直線前進

1. 教師提供材料與步驟
 - a. 材料：剪開的寶特瓶（作光路隧道）、手電筒、小孔紙板 3 片
 - b. 步驟：將紙板對準成一直線，打開手電筒觀察光是否穿過三孔
 - c. 觀察：若紙板錯位，光就無法穿過 → 光沿直線前進。
2. 引導問題：
 - (1) 若光穿過三個小孔紙板，會怎麼走？需要紙板的孔對齊嗎？
 - (2) 當稍微移動其中一片紙板時，光線還能通過嗎？為什麼？
 - (3) 你從實驗中學到了什麼？這可以說明光有什麼樣的特性？

3. 學生實驗紀錄

測量次數	三孔是否對齊	手電筒光是否有通過？	觀察與推論
第一次			
第二次			
第三次			

(二) 實驗二、光的反射

4. 教師提供材料與步驟

- 材料：寶特瓶切半、鋁箔紙、平面鏡、手電筒
- 步驟：在寶特瓶內部貼鋁箔紙作為反光面，照射手電筒觀察光線反射方向。
- 觀察：光打在鏡面上會以相同角度反射出去。

5. 引導問題：

- 你覺得光打在鏡子上會怎麼走？會停下來？會反射嗎？
- 當你改變照射角度時，反射光的位置會怎麼變？有沒有規律？
- 你發現入射角和反射角有什麼關係？能不能畫出光線的路徑？

6. 學生轉動鏡面，觀察與紀錄光的的角度與移動路線。

光遇到不同物品時，角度與移動路線紀錄於下（繪製）			
物品	鏡子	鋁箔紙	鐵板
光的路徑			

光遇到鏡子時，鏡面角度會如何影響光的路徑？紀錄於下（繪製）			
鏡面	入射光與鏡子夾角	反射光的路線 (與入射光相比)	反射光與鏡子夾角
0度			
順時針旋轉 30度			

7. 教師引導討論，歸納出光反射特性的相關概念

- 光遇到平滑的表面會反射，並沿著固定方向離開。
- 光的入射角等於反射角，光的反射有規律。
當光照到光滑又亮的表面時，會反彈回來，這叫做光的反射。

(三) 實驗三、光的折射

1. 此實驗採用「預測-觀察-解釋」教學策略。

2. 教師提供材料與步驟：

- 材料：透明寶特瓶、水、雷射筆。
- 步驟：雷射筆照在裝有水的透明寶特瓶中，從空氣照向水面、以及從水中照出水面，觀察並記錄光的路徑移動現象。
- 觀察：光經過裝水寶特瓶時，移動路線產生偏移。

3. 紀錄

光的路徑	光從空氣進入水	光從水進入空氣
路徑變化預測		
實際路徑觀察		
現象解釋		

4. 教師引導討論，歸納出光折射概念

- (1) 光穿過不同的物質時，行進方向會改變，這叫做「折射」。
- (2) 折射是因為光在不同的物質中行進速度不一樣。

Week 3-4
光的應用-
導光瓶探究
實驗
(Elaborate)

在學生建立光的特性之相關概念後，將概念應用於一公升光明-導光瓶的探究實驗中，探討有哪一些方式可以改善導光瓶的效果。採取分組、半開放性的探究，學生在選定的操作變因中，進行裝置設計與實驗操作、記錄數據與分析出結論，透過探究歷程，建立學生的探究能力與實驗知能。

(一) 變因的分析

教師引導學生討論，分析一公升光明的裝置，光透過寶特瓶照亮房子內部，整個過程有哪些變因？

- **操縱變因**：瓶內液體種類、瓶子材質、液體中是否有氣泡、透明度、是否具有反光材質、瓶子角度、瓶子大小及室內反光材質。
- **應變變因**：室內亮度，以光度計測量。
- **控制變因**：外在環境亮度、水瓶放置深度、觀測距離與角度、及室內空間大小(紙箱大小)、光度計擺放位置...等。

(二) 探究實驗規劃

授課老師從學生討論的自變項中**選取五組**，並將同學分成五組，每組學生負責一組自變項，進行實驗設計。

組別	操縱變因 (以下為舉例，學生需要訂定三個實驗組)
一	寶特瓶形狀：曲線、直線圓筒。
二	寶特瓶擺設角度：90 度、45 度
三	液體種類：水、甘油。
四	液體中添加反光材質：無、有(鋁箔紙)
五	屋內牆壁的材質：黑色、白色、反光材質

- **實驗裝置與數據收集方式示意圖：**



(三) 探究實驗實施與紀錄

1. 學生進行實驗裝置製作，以及實驗流程操作。

下圖以「屋內牆壁的顏色材質」的操縱變因為例子。

控制組 (無鋁箔、無寶特瓶)	實驗組一 (無鋁箔、有寶特瓶)
	
控制組 (有鋁箔、無寶特瓶)	實驗組二 (無鋁箔、有寶特瓶)
	= 

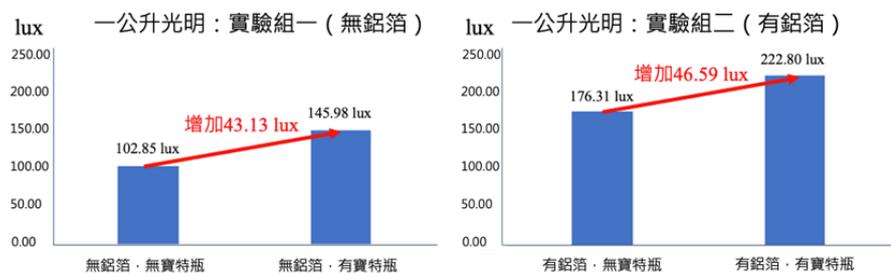
2. 學生進行實驗數據的收集。(以上圖之結果為例)

3. 學生進行研究結果之圖表繪製與數據分析：(範例)

研究結果顯示：

(1) 有貼鋁箔紙的紙箱內，光度增加 70.46 lux

(2) 沒有貼鋁箔的紙箱，當加上裝水寶特瓶後，光度增加 43.13 lux



(3) 有貼鋁箔的紙箱，當加上裝水寶特瓶後，光度增加 46.59 lux

(四) 探究實驗結果之結論與討論：(範例)

(1) 在室內加上反光物質能使光產生反射，因此讓室內的亮度增加

(2) 在空間頂部增加裝滿水的寶特瓶，能使光產生折射與反射，讓室內的亮度增加。

(3) 以 CNS 照度標準來看，以客廳的桌面和沙發為基準，至少要 150-300 lux，因此室內牆壁貼反光物質，並且再加上裝水的寶特瓶，才能讓人有適合的光度生活。

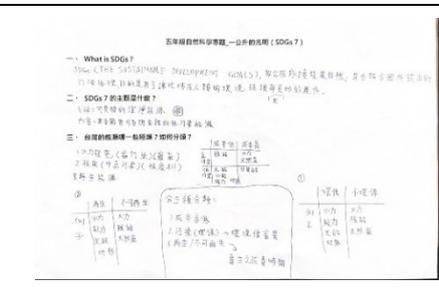
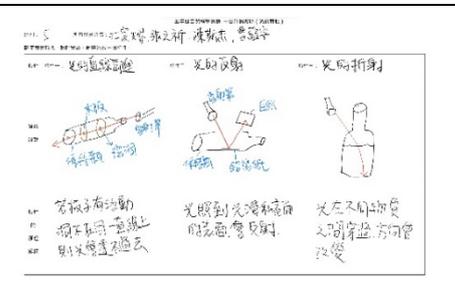
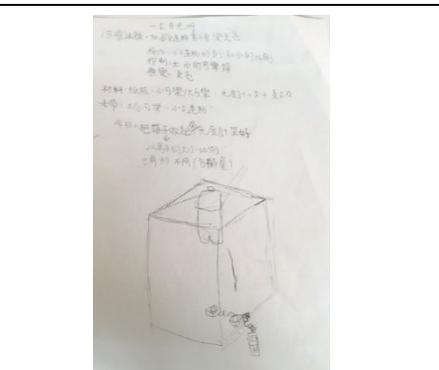
除了針對實驗結果的討論之外，也使用前面課堂中計算電量、電費的網站，來計算導光瓶裝置的光度之下的數值，與家用燈泡比較，估計能省下多少的電量、電費與二氧化碳排放量。進行再生能源使用的優缺點討論。

Week 5	實驗成果報告 (Evaluation)	學生進行實驗操作過程中，需要將資訊紀錄，並整理成一張實驗成果海報，進行口頭發表。 ★專題評量任務：「一公升光明」專題實驗報告與展示 <ol style="list-style-type: none"> 實作導光寶特瓶模型 製作一面式科展格式海報 (含：研究動機、探究問題、方法、結果、結論與反思，如右圖) 上台發表報告(每組7分鐘，提問3分鐘)
-----------	------------------------	---

研究主題	
目的：	
材料：	變因：
實驗方法：	
實驗結果與數據分析：	
結論與討論：	

七、學習評量內容

- (一) 知識概念理解之評量：針對光的概念進行評量，包含每週上課學生需要撰寫**科學筆記**，紀錄課堂所學知識概念與對課堂的反思，教師也根據學生的學習歷程記錄給予回饋。另有，光的特性實驗記錄與專題討論之**學習單**和一次光的知識概念小**測驗**，作為形成性與總結性評量。
- (二) 分組**實驗成果海報與口頭發表**：各組將一公升光明探究實驗結果手繪成實體海報，海報的內容與格式呈現如上所示，包含：主題、研究目的、變因、實驗材料與方法、實驗數據(含圖表)及實驗結果討論。報告時間每組7分鐘，提問3分鐘。教師現場給予回饋與評量，學生亦有互評和給予建議，評量規準參閱下圖。

<p>圖三、影片觀看-看想疑學習單</p> 	<p>圖四、SDGs 與能源學習單</p> 	<p>圖五、光的特性實驗紀錄單</p> 																																							
<p>圖六、探究實驗-學生設計單</p> 	<p>圖七、探究實驗成果海報發表</p> 	<p>圖八、成果報告評量規準</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>面向</th> <th>評量項目</th> <th>優秀 (4分)</th> <th>佳 (3分)</th> <th>可加強 (2分)</th> <th>待改進 (1分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">實驗設計與製作</td> <td>實驗訂定與執行</td> <td>能明確區分變因、操作與控制變因，並能切實執行</td> <td>能區分大部分變因並能執行</td> <td>能執行但變因控制不佳</td> <td>無明確區分變因，控制不佳，實驗流程不可行</td> </tr> <tr> <td>實驗觀察與紀錄</td> <td>能觀察、記錄、整理、分析實驗數據，並能提出問題</td> <td>能觀察、記錄、整理、分析實驗數據</td> <td>能觀察、記錄、整理、分析實驗數據</td> <td>能觀察、記錄、整理、分析實驗數據</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">海報製作</td> <td>內容充實度</td> <td>內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論</td> </tr> <tr> <td>結構與美觀</td> <td>結構清晰，美觀大方</td> <td>結構清晰，美觀大方</td> <td>結構清晰，美觀大方</td> <td>結構清晰，美觀大方</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">口頭報告</td> <td>語言表達</td> <td>能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論</td> <td>能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論</td> </tr> <tr> <td>時間控制</td> <td>能在规定时间内完成報告</td> <td>能在规定时间内完成報告</td> <td>能在规定时间内完成報告</td> <td>能在规定时间内完成報告</td> </tr> </tbody> </table>	面向	評量項目	優秀 (4分)	佳 (3分)	可加強 (2分)	待改進 (1分)	實驗設計與製作	實驗訂定與執行	能明確區分變因、操作與控制變因，並能切實執行	能區分大部分變因並能執行	能執行但變因控制不佳	無明確區分變因，控制不佳，實驗流程不可行	實驗觀察與紀錄	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據，並能提出問題	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據	海報製作	內容充實度	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	結構與美觀	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方	口頭報告	語言表達	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	時間控制	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告
面向	評量項目	優秀 (4分)	佳 (3分)	可加強 (2分)	待改進 (1分)																																				
實驗設計與製作	實驗訂定與執行	能明確區分變因、操作與控制變因，並能切實執行	能區分大部分變因並能執行	能執行但變因控制不佳	無明確區分變因，控制不佳，實驗流程不可行																																				
	實驗觀察與紀錄	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據，並能提出問題	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據	能觀察、記錄、整理、分析實驗數據																																				
海報製作	內容充實度	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論	內容充實，能清楚呈現實驗目的、方法、結果、結論																																				
	結構與美觀	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方	結構清晰，美觀大方																																				
口頭報告	語言表達	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論	能清楚表達實驗目的、方法、結果、結論																																				
	時間控制	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告	能在规定时间内完成報告																																				

參考資料

- SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS : <https://www.youtube.com/watch?v=7dzFbP2AgFo>
- SDGs 7 可負擔的潔淨能源 <https://www.youtube.com/watch?v=263RrdM9ER4>
- Liter of light : https://www.youtube.com/watch?v=cQCHvO2H0_0

4. 【中視新聞】1 公升的光! 無電燈泡"水+漂白粉" <https://www.youtube.com/watch?v=U-Ke8iWOvBc>
5. 第 54 屆全國中小學科學展覽會 引「光」入室 - 探究影響寶特瓶燈泡照明表現的各種因素。
6. 節能計算器 <https://www.hk.megaman.cc/zh/resources/green-room/energy-saving-calculator>
7. 流明到瓦：轉換錶和計算器指南 <https://vorlane.com/zh/流明-至-瓦/>