

國中獨立研究課程—融入式教案(物理)

見光不只是光

一、課程簡介

<p>給使用者的話</p>	<p>設計理念： 我們選用 5E 學習環，作為本次課程的主軸。5E 學習環包含：投入 (Engagement)、探索(Exploration)、解釋(Explanation)、精緻化(Elaboration)、評鑑(Evaluation)。在課程中，我們讓學生實際操作所有的實驗過程，觀察所得的實驗數據，並讓學生針對實驗結果進行資料整理、分析及作圖，再搭配上學生的資料查詢與閱讀，藉以探索出物理量之間的關聯性。透過系列課程的設計，期望學生對實驗的結果，能更進一步的反芻思考如何精進實驗步驟及流程，讓整個實驗更臻於完善。也希望藉由實驗結果的發表，提出完整的實驗報告，藉以訓練學生口語表達能力。</p>
<p>課程/教學單元描述 (含單元架構與教材分析)</p>	<p>「見光不只是光」課程共分三個部分： 一、探討透鏡的半徑與焦距的關係。 二、DIY透鏡:透過認識環氧樹脂，自製透鏡。 三、探討水透鏡與環氧樹脂透鏡的折射率，並認識造鏡者公式。 本課程的設計主要讓學生參與實驗的發展，從實驗中找到問題，進行問題的探索並解釋其可能的現象，再經由小組的討論，進而衍生假說的精緻化，讓形成的概念可以進行應用，最後的評量的方式採多元評量的方式進行，藉以培養學生在課程內容與口語表達能力的結合。</p>

二、課程計畫

單元名稱	見光不只是光		
適用對象	國中： <input type="checkbox"/> 七年級 <input checked="" type="checkbox"/> 八年級 <input type="checkbox"/> 九年級	編製者	張良弘、潘俊宏 李惠民、黃崧樁
活動時間	5 節 (每節 45 分，共 225 分)	設計日期	110.03
融入領域	自然領域： <input checked="" type="checkbox"/> 理化 <input type="checkbox"/> 生物 <input type="checkbox"/> 地球科學		
核心素養	<p>一、特獨-J-A2 提出適切的探究問題，依據習得的知識，透過獨立思考與分析，提出可能的問題解決模式，並實際驗證及解析。</p> <p>二、特獨-J-B1 能分析歸納、製作圖表，整理蒐集之資訊或數據，並彈性選用適切形式或嘗試使用新媒體形式，表達獨立研究之過程、發現或成果、價值和限制。</p>		

	<p>三、特獨-J-C2</p> <p>透過獨立研究小組學習，發展與同儕溝通、共同參與、執行及討論的能力，能接納不同意見，具備與人和諧互動技巧。</p>													
學習表現	<p>特獨 1a-IV-3 透過動手解決問題或驗證自己想法，而獲得成就感。</p> <p>特獨 1b-IV-2 主動與同儕合作完成小組獨立研究活動內容並達成目標。</p> <p>特獨 1c-IV-1 從他人研究成果、良師典範學習或自己研究歷程及成果中，激勵研究動機與熱忱。</p> <p>特獨 2b-IV-4 運用領域知識，提出自己的主張、理由及證據，解釋自己的觀點。</p>													
學習內容	<p>一般探索：透過教師引導學生探究感興趣的問題，幫助學生有機會發掘自己在各方面潛在興趣，激發學生進一步找到適合的研究主題。</p> <p>研究方法訓練：教師運用相關教材及教學方法引導學生進行研究方法、思考能力訓練，以作為學生進行獨立研究過程所需之基本概念、技巧與思考能力。</p> <p>獨立研究實作：以個人或小組為單位探討實際問題，強調高層次問題的研究，透過學習內容的步驟，學生進行獨立研究的能力。</p>													
單元目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 從實作的實驗中體認到光的折射理論。 2. 了解環氧樹脂製模的原理，進行透鏡製作。 3. 透過數據整理體會統計科學與理論科學的交互輝映。 													
區分性教學之調整	<table border="1"> <thead> <tr> <th>組別</th> <th>海什木 組 (Ibn Al-Haytham)</th> <th>菲涅耳 組 (Augustin Fresnel)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>內容</td> <td>針對學習內容較複雜的提問給予線索提示或提供參考資料。</td> <td>學習內容按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。 此組別的學生程度較佳，可鼓勵其進階活動，進行獨立研究實驗設計。</td> </tr> <tr> <td>過程</td> <td>學習節奏宜放慢，授課教師需主動介入，引導小組討論思考。此組別因學生程度較需加強，授課時著重於實作實驗操作的引導。</td> <td>學習過程按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。</td> </tr> <tr> <td>成果</td> <td> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置。 2. 從實作實驗中，能理解光的折射理論。 3. 能發現透鏡的焦距與曲度的關係。 </td> <td> <ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置，並進而能理解可見光的訊號轉換原理。 2. 可以透過實作及數據分析，推導出凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係式，進而理解造鏡者公式。 </td> </tr> </tbody> </table>		組別	海什木 組 (Ibn Al-Haytham)	菲涅耳 組 (Augustin Fresnel)	內容	針對學習內容較複雜的提問給予線索提示或提供參考資料。	學習內容按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。 此組別的學生程度較佳，可鼓勵其進階活動，進行獨立研究實驗設計。	過程	學習節奏宜放慢，授課教師需主動介入，引導小組討論思考。此組別因學生程度較需加強，授課時著重於實作實驗操作的引導。	學習過程按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。	成果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置。 2. 從實作實驗中，能理解光的折射理論。 3. 能發現透鏡的焦距與曲度的關係。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置，並進而能理解可見光的訊號轉換原理。 2. 可以透過實作及數據分析，推導出凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係式，進而理解造鏡者公式。
組別	海什木 組 (Ibn Al-Haytham)	菲涅耳 組 (Augustin Fresnel)												
內容	針對學習內容較複雜的提問給予線索提示或提供參考資料。	學習內容按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。 此組別的學生程度較佳，可鼓勵其進階活動，進行獨立研究實驗設計。												
過程	學習節奏宜放慢，授課教師需主動介入，引導小組討論思考。此組別因學生程度較需加強，授課時著重於實作實驗操作的引導。	學習過程按照原教案設計方式進行教學，並依照實際上課成效隨時進行滾動式修正，進行加深加廣。												
成果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置。 2. 從實作實驗中，能理解光的折射理論。 3. 能發現透鏡的焦距與曲度的關係。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 能製作出光訊號接收裝置，並進而能理解可見光的訊號轉換原理。 2. 可以透過實作及數據分析，推導出凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係式，進而理解造鏡者公式。 												

<p>教學資源</p>	<p>本課程是運用光的特性及趨勢材料環氧樹脂，搭配探究實作的課程內容、問題本位導向的模式進行教學，透過老師的提問進行不斷的思辨，讓學生可以從做中學、從觀察中發現問題背後的本質，以及從實驗數據中看出變因之間的關聯性，進而能對實驗的結果進行解釋。</p> <p>課程所需物品：</p> <p>塑膠片、雷射筆、熱熔膠、圓規、直尺、簽字筆、紙杯、塑膠杯、翻模矽膠、環氧樹脂、橡膠手套、攪拌棒、真空脫泡機</p>
<p>教學方法</p>	<p>引導式探究教學法</p>
<p>教學環境</p>	<p>實驗室</p>

三、各單元教學活動

第一節教學活動	時間	多元 評量
一、引導活動		
架設可見光訊號傳輸裝置，老師示範實驗裝置，裝置分為兩部分，一部分為「光訊號產生裝置」：將數位聲音訊號源輸入擴大機，並將電壓放大後改接於LED燈，發出光訊號。另一部分為「光訊號接收裝置」：以3V、100mA的太陽能板的正負極端接上耳機的正負極。	5min	
老師引導提問：		
1. 我們所看見的光本質是什麼？大家看到光訊號產生裝置所發出來會閃爍的光有什麼特別的訊號嗎？	5min	小組討論
2. 用光訊號接收裝置聽看看，這是什麼聲音？為什麼會有這樣的現象呢？請小組將討論結果完成於學習單上。	5min	學習單
二、發展活動		
1. 請各組分享討論的結果。	5min	小組討論
2. 將「光訊號產生裝置」的原理拆解為四個部分。並用拼圖法將學生分布於四群開始討論其原理。 (1)數位音訊號(2)擴大機(3)LED燈與太陽能板(4)耳機與電磁波譜表	5min	學習單
3. 回到原組，討論「光訊號產生裝置」的科學原理。	10min	小組討論
4. 各組上台分享討論結果。	5min	
三、綜合活動		
1. 教師將「光訊號產生裝置」發光原改為高功率LED燈，並關掉教室的電燈，將光訊號分享給全班，各組使用自己的「光訊號接收裝置」收聽。	3min	
2. 教師使用一個魚眼凸透鏡，將光訊號的發出集中於一束，再請學生收聽其差異。	2min	

第二節教學活動	時間	多元 評量
<p>一、引導活動</p> <p>老師引導提問：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 光在什麼情形下會改變行進方向？光的行進方向會受到那些因素影響？ 2. 光的行進方向在經過凸透鏡時會怎麼改變？ 3. 如果手邊有一個凸透鏡，我們該如何測量凸透鏡的焦距？ 4. 請小組討論並將討論的結果紀錄於學習單上。 	<p>2min</p> <p>2min</p> <p>2min</p> <p>4min</p>	<p>口語問答</p> <p>學習單</p>
<p>二、發展活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 老師提供一張透明片，並請各組在透明片上以圓規畫一段固定半徑的弧長，同時也畫出一條直線，如此就完成一個平凸透鏡的底稿(如圖)。 <div data-bbox="459 846 858 1012" data-label="Image"> </div> <ol style="list-style-type: none"> 2. 請學生剪裁大小適合的透明片，依底稿的畫線，將透明片用熱熔膠黏上底稿。 3. 待黏貼處乾燥後，確認透明片間已無縫隙，在透明片間倒入適量清水檢測漏水情形。※若黏合處會漏水，請學生再用熱熔膠將縫隙補滿。 4. 從「平」的那面以光束「垂直」照入，觀察光束的行進方向在通過透鏡時的改變，在底稿上將光束行進方向畫出，記錄光束在接近透鏡中央位置照入時行進方向的改變，將光束匯聚的「焦點」找出來並測量焦距。 	<p>5min</p> <p>10min</p> <p>5min</p> <p>5min</p>	<p>實作評量</p>
<p>三、綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 雷射光束在經過透鏡時方向會怎麼改變？ 2. 雷射光束在接近透鏡中央位置與在透鏡兩側時，光線匯聚的情形有什麼不同？ 	<p>4min</p> <p>6min</p>	<p>口語問答</p> <p>學習單</p>

第三節教學活動	時間	多元 評量
<p>一、引導活動</p> <p>老師引導提問：</p> <ol style="list-style-type: none"> 前一節課實驗的結果知道光束經過透鏡時會匯聚，如果改變透鏡的圓弧半徑，那焦距會有什麼變化？(請學生先做預測) 透鏡焦距與圓弧的半徑之間會有什麼關係？(請學生先做預測，請將預測結果寫在學習單上) 	<p>3min</p> <p>3min</p>	<p>口語問答 學習單</p>
<p>二、發展活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 老師提供透明片，請各組在透明片上以圓規畫出與之前不同半徑的弧長，再畫出一條直線，完成平凸透鏡的底稿(方式請參考第二節課)。 請學生剪裁大小適合的透明片，依底稿的畫線，將透明片用熱熔膠黏上底稿。 檢查縫隙是否會漏水，若有滲漏請用熱熔膠補滿。 從「平」的那面以光束「垂直」照入，觀察光束的行進方向在通過透鏡時的改變，在底稿上將光束行進方向畫出，記錄光束在接近透鏡中央位置照入時行進方向的改變，將光束匯聚的「焦點」找出來並測量焦距。 	<p>5min</p> <p>10min</p> <p>5min</p> <p>5min</p>	<p>實作評量</p>
<p>三、綜合活動</p> <ol style="list-style-type: none"> 與第二節課的實驗做比較，不同半徑的弧長會怎麼影響雷射光束的前進方向？ 比較其他組實驗結果，你能推測圓弧半徑與焦距之間的關係嗎？ 	<p>5min</p> <p>9min</p>	<p>口語問答</p>

第四節教學活動	時間	多元 評量
<p>一、引導活動</p> <p>小組發表： 請各組分享前兩節課實驗實作的心得(透明片要怎麼黏？漏水怎麼處理？操作上要注意什麼？焦距怎麼測？…)</p> <p>二、發展活動</p> <p>1. 請同學製作兩種凹凸程度不同的「雙凸透鏡」(步驟請參考第二節課) ※兩種雙凸透鏡的左側圓弧半徑需固定不變。</p> <p>2. 待黏貼處乾燥後，確認透明片間已無縫隙，在透明片間倒入適量清水。</p> <p>3. 測量雙凸透鏡的焦距，並記錄於學習單上。</p> <p>4. 繪製右側曲率半徑倒數與測量焦距倒數的關係圖與趨勢線方程式。</p> <p>三、綜合活動</p> <p>1. 比較兩種雙凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係？</p> <p>2. 將環氧樹脂 A 劑與 B 劑以 2：1 的比例調配，倒入教師準備好的矽膠模具中，靜置一天以上待其固化備用。</p>	<p>5min</p> <p>15min</p> <p>5min</p> <p>2min</p> <p>3min</p> <p>10min</p> <p>5min</p>	<p>小組報告 學習單</p> <p>實作評量</p> <p>學習單</p> <p>學習單</p> <p>實作評量</p>
第五節教學活動	時間	多元 評量
<p>一、導入活動</p> <p>凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係討論。 ($\frac{1}{f} \propto \frac{1}{R} + \frac{1}{r}$) f 焦距；R、r 兩側半徑</p> <p>二、開展活動</p> <p>1. 將上次倒入已固化的環氧樹脂取出，測量這些透鏡的焦距。</p> <p>2. 請學生說說這些透鏡的焦距與自己做的水透鏡之間有什麼差異？造成這個差異的原因是什麼？</p> <p>3. 若將透鏡焦距與兩側圓弧半徑之間的關係可寫成 $\frac{1}{f} = k(\frac{1}{R} + \frac{1}{r})$，則水與環氧樹脂的 k 值分別為多少？</p> <p>4. 向同學介紹造鏡者公式，其中 k 值與介質折射率有關 ($k = n-1$)</p> <p>三、綜合活動</p> <p>小組討論：上網搜尋水與塑膠的折射率，與測量結果做比較。 各組報告實驗心得。</p>	<p>10min</p> <p>10min</p> <p>5min</p> <p>5min</p> <p>5min</p> <p>5min</p> <p>5min</p>	<p>小組報告</p> <p>實作評量</p> <p>資料蒐集</p> <p>小組報告</p>

四、教學省思及建議

本課程可以作為獨立研究之前導課程，目的在於提升學生量化分析及數據邏輯探討的概念，並針對圖表呈現的意義作合理的推論與解釋，可加強學生在未來進行實驗、獨立研究、科展對數據處理的細膩度，抑或生活上對於統計數據的正確知識與概念。

本課程中所使用矽膠模具，是透過3D繪圖軟體繪出透鏡樣式，以3D列印出樣品，透過矽膠翻模而成。環氧樹脂為EP-S2U1低黏度慢速抗黃型，若改用其他型號的環氧樹脂，請依指示調整A、B劑的比例，其他注意事項請參閱本課程附件。

閱讀學習單

光學資料閱讀-學習單(第一群—數位音訊號)

數位音訊概觀

數位音訊的出現是基於能夠有效地錄音、製作、量產。現在音樂廣泛地在網路及網路商店流傳都仰賴數位音訊及其編碼方式，音訊以檔案的方式流傳而非實體，這樣一來大幅節省了生產與傳播的成本。

在類比訊號的系統中，聲音由空氣中傳遞的聲波透過轉換器（例如麥克風）轉存成電流訊號的電波。而重現聲音則是相反的過程，透過放大器將電子訊號轉成物理聲波，再藉由擴音器撥放。經過轉存、編碼、複製以及放大或許會喪失聲音的真實度，但仍然能夠保持與其基音、聲音特色相似的波形。類比訊號容易受到噪音及變形的影響，相關器材電路所產生的電流更是無可避免。在訊號較為純淨的錄音裡，整個過程裡仍然存有許多噪音及失真。當音訊數位化後，失真及噪音只在數位及類比間轉換時產生。

數位音訊從類比訊號中採樣並轉換，轉換成二進位（1/0）的訊號，並以二進位式的電子、磁力或光學訊號儲存，而非連續性的時間、連續的電子或機電訊號。這些訊號之後會更進一步被編碼以便修正儲存或傳輸時產生的錯誤，然而在數位化的過程中，這個為了校正錯誤的編碼步驟並非嚴謹的一部分。在廣播或者所錄製的數位系統中，以這個頻道編碼的處理方式來避免數位訊號的流失是必要的一環。在訊號出現錯誤時，離散的二進位訊號中允許編碼器撥出重建後的類比訊號。頻道編碼的其中一例就是CD所使用的八比十四調變。

轉換過程

數位音訊透過ADC將類比訊號轉換成數位訊號 [note 1] ADC對於音訊頻率進行採樣並轉換成特定的位元解析度。例如，CD audio的採樣率為44.1 kHz（即每秒採樣44,100次），每個聲道都以16位元解析。以雙聲道而言，它就具有"左"和"右"兩個聲道。如果類比訊號的頻寬未受限，那就必須在轉換前使用降噪濾波器以避免聲音產生失真。（在前述情形下，失真會出現在奈奎斯特頻率未受帶限時，會可被聽見的較低頻率取代。

這樣子的數位音訊是可被儲存和傳輸的。數位音訊的檔案能夠被儲存在一片CD，數位音訊播放器，硬碟，隨身碟，CompactFlash，或其他任何的儲存裝置裡。數位訊號可以被數位訊號處理的音訊濾波器或是音效所改變。MP3，AAC，Vorbis，FLAC等等的音訊壓縮技術經常被使用來替音訊檔案減少容量，而且可以透過串流媒體傳輸到各種裝置上。

最後，數位音訊檔案還能透DAC轉換回類比訊號。如同ADC的技術一樣，DAC會在特定的採樣頻率及採樣位元底下運作，但是經過了oversampling，upsampling，downsampling的過程難保音訊的採樣頻率能夠和原始的採樣頻率相同。

光學資料閱讀-學習單(第二群—擴大機)

什麼是擴大機

一個最簡單的音響系統包括音源（如 CD player, Tuner..）、擴大機和喇叭，缺一不可，這幾件器材的 HI-FI 與否基本上決定了整個系統是否足夠 HI-FI，但器材足夠 HI-FI 並不能保證一定能發出靚聲，因為還要考慮喇叭的擺位與聆聽環境的佈置。在這裏我們不去談其他的只談擴大機。擴大機是放大電信號的裝置，由於各種信號源輸入的信號很弱，不足以推動揚聲器發聲，因此必須將這些很弱的信號進行放大。按照功能的不同，擴大機可分為前置擴大機（簡稱前級）和功率擴大機（簡稱後級）兩部分。前置擴大機的作用是將 CD Player、電唱盤、Tape、Tuner(調諧器)等送來的信號進行各種處理與放大，以便為功率擴大機準備適宜的電信號，同時它可具有音量調節、音調調節等功能。功率擴大機的作用是將前置放大器送來的信號，放大到足夠推動相應揚聲器所需的功率。

擴大機的工作原理其實很簡單，簡單的說就是將音源播放的各種聲音信號進行放大以推動喇叭發出聲音。從技術角度看，擴大機好比一台電流的調節器，它將交流電轉變為直流電，然後接受音源播放的聲音信號控制，將不同大小的電流，按照不同的頻率傳輸給喇叭，這樣喇叭就發出相應大小、相應頻率的聲音了。由於考慮功率、阻抗、失真、動態以及不同的使用範圍和控制調節功能，不同的擴大機在內部的信號處理、線路設計、設計理念上也各不相同。傳統的擴大機經歷了幾十年的發展，一直沒有特別的分類，直到近年來隨著影音播放設備的發展和影視軟件的豐富，使得許多音響生產廠家在傳統擴大機的基礎上，參照真正電影院的聲音播放特點，設計生產出了不同類型、不同技術特點的 AV 擴大機，將單純用來欣賞音樂的擴大機稱為純音樂擴大機。按當前音響消費的需求，一般家用音響中的擴大機已被分為兩大類，即純音樂擴大機和家庭電影院 AV 擴大機，當然也有卡拉OK擴大機, 耳機擴大機.....等。

擴大機的組成

目前市面上的純音樂擴大機大概有三種分類：綜合擴大機、前級擴大機和後級擴大機，一般俗稱的擴大機實際上就是綜合擴大機的簡稱，綜合擴大機是由“前級擴大機 + 後級擴大機”，何謂前級（前置放大器），前級是在音源（CD Player）之後、功率擴大機之前的設備都叫作前級，簡單來說前級是一個“控制信號”的設備而不做功率放大，只作音源的修飾及調音量大小，我們平常所說的輸出功率是幾瓦，其實指的就是後級擴大機的出力大小。

結論

其實說穿了，前級的功能是將不同的信號強度的電壓，放大成足夠強度的電壓用來驅動功率（後級）擴大機。而功率擴大機的功能則是將前級所放大訊號，再以電壓放大及電流放大，而使擴大機有足夠的功率去推動喇叭。至於綜合擴大機就是把前級和後級做在同一個機箱。比較發燒的燒哥們很喜歡分別買前級擴大機和後級擴大機來逗在一起，此種玩法有好有壞，如果搭配不好其音效會比綜合擴大機效果還差，假如您買的是綜合擴大機您就可以直接與音源和喇叭相連，相對的假如您只買前級擴大機一定還要再買後級擴大機否則不能出聲音。

光學資料閱讀-學習單(第三群—LED燈與太陽能板)

LED

是指利用發光二極體（LED）作為光源的燈，一般使用半導體LED製成。LED燈的壽命和發光效率可達白熾燈的幾倍，和一體式螢光燈相比也高出不少，少數廠商宣稱能達到300流明/瓦特的效率。

單顆發光二極體的光度比傳統白熾燈和省電燈泡低很多，所以一個燈泡通常會包含多顆發光二極體。近年，二極體技術提高，高功率、高光度的發光二極體陸續上市，使得這類燈泡漸有取代其他傳統光源之勢。除了用於專為LED所設計的燈具外，LED也可在加裝轉換電路與相關的穩定裝置後，製成與其他光源兼容的燈泡，安裝於傳統光源的燈具中。

由於二極體是使用直流電（DC）驅動，所以LED燈泡內通常設有電路，以將日常使用的交流電（AC）轉為直流電，以供電給泡內的LED。此外，高溫會保護LED，故LED燈泡一般會配以加熱片等加熱配件。LED燈泡壽命長、能源效益高，主要缺點在於初期的購置成本比螢光燈管等傳統照明光源高。

一般照明會使用白光，由不同波長的光所組成。但LED只能發出波長相距很少的光，故帶有顏色。不同的LED，其半導體材料的能隙不同，故發出不同顏色的光。要製造白光LED，有兩個方法：將紅、綠和藍三色的LED混合，或者用磷來轉變光的顏色。第一種方法（RGB-LEDs）用多顆LED，每顆發出不同波長的光，LED間波長相距很少，所以形成了一條白光譜。其優點是每顆LED的光度可獨立調校，造出不同顏色，但製作成本很高。第二種方法（螢光粉轉換白光發光二極體，phosphor converted LEDs, pcLEDs），利用短波長LED（通常是藍或紫外光），磷會吸收部分藍光，發出一個闊光譜的白光。這個原理跟螢光燈利用磷發出白光相似。這個方法成本較低，演色性指數（Color Rendering Index, CRI）高，但不能隨意改變其發光特性，而且會減低效能。這種燈具價錢低且表現中等，這種技術今常用於一般照明。

太陽能電池

太陽能電池（亦稱太陽能晶片或光電池）是一種將太陽光通過光生伏打效應轉成電能的裝置。太陽能電池事實上並不是電池，這是翻譯名詞，原意為太陽能單元。在常見的半導體太陽能電池中，透過適當的能階設計，便可有效的吸收太陽所發出的光，並產生電壓與電流。這種現象又被稱為太陽能光伏。

太陽能發電是一種可再生的環保發電方式，其發電過程中不會產生二氧化碳等溫室氣體，因此不會對環境造成污染；但太陽能電池板的生產過程會產生大量有毒廢水，需另行處置。另外棄置的太陽能電池也是問題，若沒有妥善的回收機制，會對環境造成污染。

按照製作材料分為矽基半導體電池、CdTe薄膜電池、CIGS薄膜電池、染料敏化薄膜電池、有機材料電池等。其中矽電池又分為單晶矽電池、多晶矽電池和無定形體矽薄膜電池等。對於太陽能電池來說最重要的參數是轉換效率，目前在實驗室所研發的矽基太陽能電池中（並非矽空氣電池），單晶矽電池效率為25.0%，多晶矽電池效率為20.4%，CIGS薄膜電池效率達19.8%，CdTe薄膜電池效率達19.6%，非晶矽（無定形矽）薄膜電池的效率為10.1%。

光學資料閱讀-學習單(第四群—耳機與電磁波譜表)

耳機

又稱耳筒或聽筒，是一對轉換單元，它接受媒體播放器或接收器所發出的電訊號，利用貼近耳朵的揚聲器將其轉化成可以聽到的音波。耳機一般是與媒體播放器可分離的，利用一個插頭連接。好處是在不影響旁人的情況下，可獨自聆聽音響；亦可隔開周圍環境的聲響，對在錄音室、DJ、旅途、運動等在噪吵環境下使用的人很有幫助。

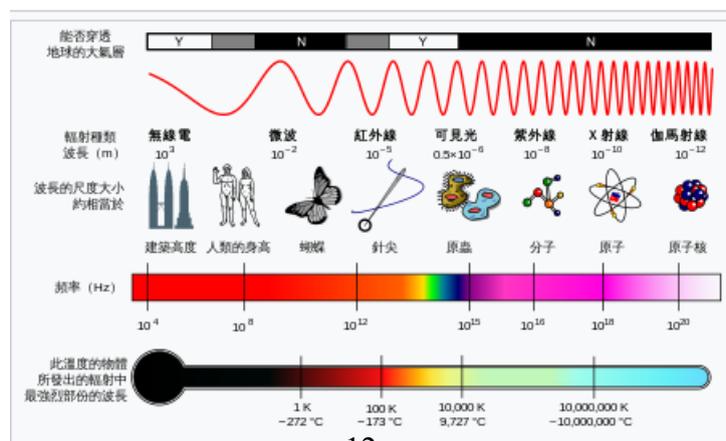
耳機原是給電話和無線電上使用的，但隨著可攜式電子裝置的盛行與人們對於視聽娛樂的改變，耳機多用於手機、隨身聽、收音機、可攜式電玩和數位音訊播放器等，亦同時見用於電腦和Hi-fi音響之中。

動圈耳機，又稱電動式耳機。目前絕大多數平價的耳道式耳機都屬此類，原理類似於電動式揚聲器，處於永磁場中的纏繞的圓柱體狀線圈與振膜相連，線圈在信號電流驅動下帶動振膜發聲。動圈耳機與一般揚聲器很大的不同在於振膜的區別，音箱揚聲器的振膜邊緣一般固定在彈性介質（折環和定心支片）上（例如在大口徑低音單元上），振膜一般是平整的圓錐形，由彈性介質提供振動系統的力順；而在動圈式耳機中，振膜邊緣直接固定在驅動單元的框架上，振膜具有褶皺，振動系統的力順完全由振膜本身材質的伸展和收縮以及褶皺的變形來提供的，所以說動圈式耳機驅動單元振膜的材質選擇和形狀設計對單元最終的發聲品質影響非常大，同時也是非常嬌弱的。動圈式驅動單元的技術現在已經非常成熟，技術不會有大的變化，目前的改進主要是開發更高磁密度的永磁體，更理想的振膜材料以及設計。同時技術的成熟也使其相應的成本較低，更具競爭力，市場普及度很高。通常而言驅動單元的直徑越大，耳機的性能越出色，在消費級耳機中驅動單元最大直徑為106mm(Audeze LCD4)，一般為旗艦級頭戴式耳機。目前動圈耳機最優秀的頻率響應為SONY MDR-Z1R耳機，頻率響應在4Hz-120kHz（120000Hz），一般耳機的頻率響應在20Hz-20kHz（20000Hz，也就是人類聽覺以內最廣的頻率）。

電磁波譜表

在電磁學裏，電磁波譜包括電磁輻射所有可能的頻率[1]。一個物體的電磁波譜專指的是這物體所發射或吸收的電磁輻射（又稱電磁波）的特徵頻率分布。

電磁波譜頻率從低到高分別列為無線電波、微波、紅外線、可見光、紫外線、X射線和伽瑪射線。可見光只是電磁波譜中一個很小的部分。電磁波譜波長有長到數千公里，也有短到只有原子的一小段。短波長的極限被認為，幾乎等於普朗克長度，長波長的極限被認為，等於整個宇宙的大小，雖然原則上，電磁波譜是無限的，而且連續的。



討論一：我們所看見的光本質是什麼？大家看到光訊號產生裝置所發出來會閃爍的光有什麼特別的訊號嗎？

討論二：用光訊號接收裝置聽看看，這是什麼聲音？為什麼會有這樣的現象呢？

討論三：你被分派到閱讀任務的哪一群(閱讀主題)？請寫出你閱讀的內容重點，並且回原組與其他成員分享。

討論四：透過改變「光訊號產生裝置」的發光原，你再聽聽看兩者之間有什麼不同？

討論五：透過增加一個魚眼凸透鏡，你覺得又會有什麼不同？

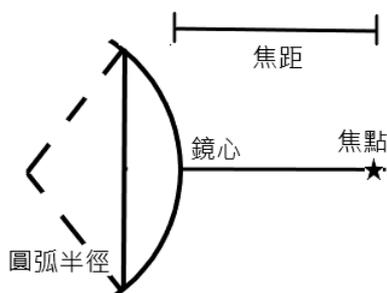
組別：_____學生姓名：_____

討論一：你認為光在什麼情形下會改變行進方向？光的行進方向會受到那些因素影響？

討論二：光的行進方向在經過凸透鏡時會怎麼改變？

討論三：你會如何測量一個凸透鏡的焦距？

實驗記錄



平凸透鏡(1)

圓弧半徑：_____公分

焦 距：_____公分

討論四：雷射光束在經過透鏡時方向會怎麼改變？

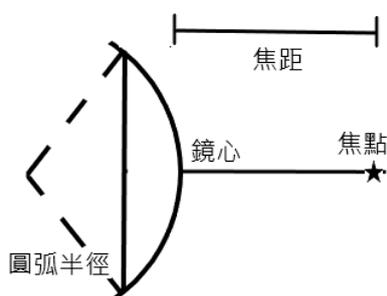
討論五：雷射光束在接近透鏡中央位置與在透鏡兩側時，光線匯聚的情形有什麼不同？

組別：_____學生姓名：_____

討論一：你認為如果改變透鏡的圓弧半徑，那焦距會有什麼變化？

討論二：請你預測透鏡焦距與圓弧的半徑之間會有什麼關係？

實驗記錄



平凸透鏡(2)

圓弧半徑：_____公分

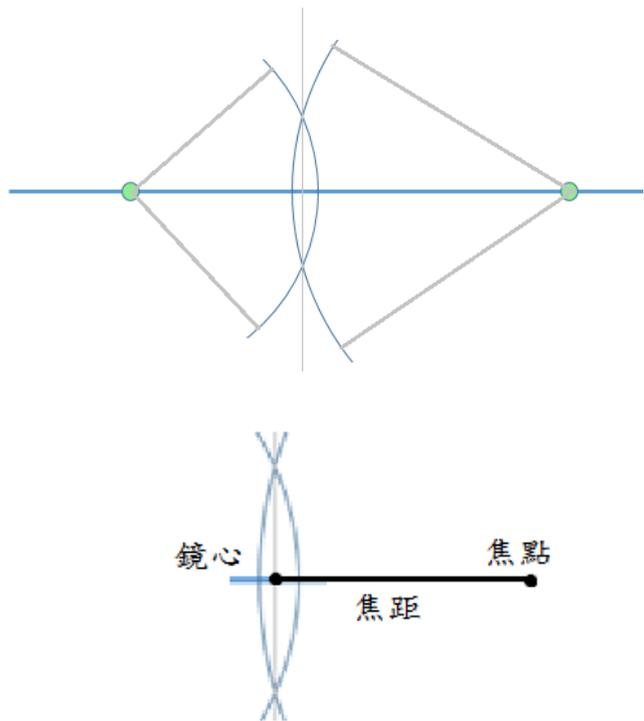
焦 距：_____公分

討論三：請將兩個透鏡做比較，不同半徑的弧長會怎麼影響雷射光束的前進方向？

討論四：根據所有組別的實驗結果，你認為圓弧半徑與焦距之間的關係是？

組別：_____學生姓名：_____

一、雙凸透鏡的製作：



左側曲率半徑為：_____cm

※雙凸透鏡左側曲率半徑請相同

雙凸透鏡(第一個)

右側曲率半徑為：_____cm

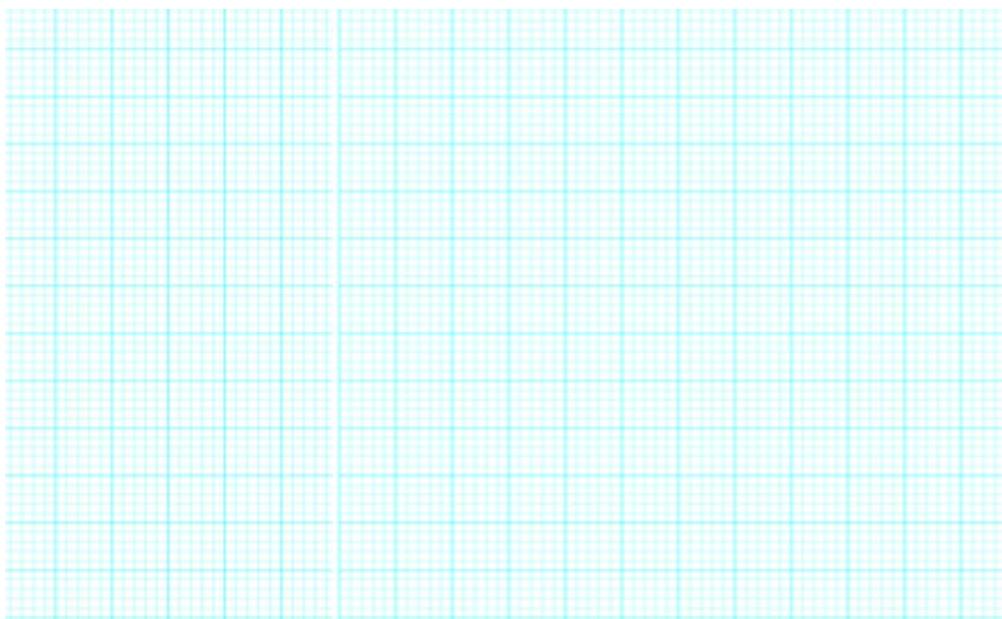
測量焦距為：_____cm

雙凸透鏡(第二個)

右側曲率半徑為：_____cm

測量焦距為：_____cm

二、圖表紀錄：以【右側的曲徑半徑倒數】為橫軸、【測量的焦距倒數】為縱軸，繪出兩者的關係圖(可加入其他組別的數據，可使用電腦Excel並繪出趨勢線)



討論：比較兩種雙凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係？

組別：_____學生姓名：_____

討論一：從這一系列的實驗中，可得知透鏡的焦距會受到那些因素的影響？

討論二：凸透鏡焦距與左右兩側圓弧半徑的關係是？

討論三：請比較環氧樹脂製作的透鏡與自己做的水透鏡，兩者的差異有哪些？是什麼原因造成這些差異？

討論四：若透鏡焦距與兩側圓弧半徑之間的關係可寫成 $\frac{1}{f} = k\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{r}\right)$ ，則水與環氧樹脂的k值分別為多少？

$k_{\text{水}} = \underline{\hspace{2cm}}$ $k_{\text{環氧樹脂}} = \underline{\hspace{2cm}}$

討論五：若 $k = \text{介質折射率} - 1$ ，請算出水與環氧樹脂的折射率為？請上網搜尋相關資料，並與自己測量的結果作比較。

水的折射率 = $\underline{\hspace{2cm}}$ 環氧樹脂的折射率 = $\underline{\hspace{2cm}}$

討論六：針對實驗的結果，請提出自己的看法？

五、寫出實驗過程中，遇到的問題(至少五個)，並針對一兩個最嚴重的問題，提出解決方法。

六、針對這次的實驗內容，請寫下你的心得與感想(也可提出改進的建議)。

六、附件

參考資料：環氧樹脂的使用

材料與型號：EP-S2U1高透明二液型環氧樹脂(俗稱A、B劑)

特性：低黏度、低反應速率、固化收縮率低、成品耐候、耐日曬、抗黃持久、無毒、無臭、耐衝擊、耐磨耐刮、耐汽油，光滑琉璃般的質感。抗UV效果是一般型的52倍,SGS檢驗無重金屬塑化劑無雙酚A。

使用方式：灌注、RTM真空轉注、室內製作FRP(不臭)、防水高壓灌注。

產品規格：

品名	A劑(主劑)	B劑(硬化劑)
外觀	透明液狀	透明微黃液狀
氣味	極輕微藥水味	極輕微阿摩尼亞味
比重	A劑 1.08 ± 0.02	B劑 1.05 ± 0.02
固成分	A劑 100%	B劑 100%
標準比例	2份	1份
	標準比例是最硬強度最好的,若比例越是偏離2:1是會比較軟,強度會變差,耐油耐溶劑也會變差	
操作時間	1小時	
硬化時間	15~17小時	
	做厚件自體發熱高溫固化快, 做薄片或細長的工件時因反應溫度較低,硬化時間長(建議加熱加速固化)	
成品硬度	98 A (60 D)	
收縮比	收縮比 0.01~0.05 %	

使用方法：

1. 使用量杯判讀，依序倒入A劑和B劑，以2:1 比例混合(有刻度的塑膠量杯更好)。
2. 用竹筷子攪拌均勻(刮邊刮底不要太多次)，以慢速同方向攪拌，注意不產生很多氣泡為原則進行攪拌，攪拌時會有白色絲狀出現，攪拌到絲狀不見為止。
3. 倒入已準備好的雙凸透鏡的模子，待硬化後即可脫模，灌入模具時，延著攪拌棒流下去才不易激起浪花而產生氣泡。

注意事項

1. A劑+B劑是放熱反應，成品越大越厚越熱越快固化，成品越小越薄越不發熱就越慢固化。
2. 實際測試環氧樹脂時，需要穿戴實驗衣或圍裙，沾黏到衣服或皮膚時，特別難清，些微的量可以使用肥皂趕快清掉，嚴重時，需要以丙酮才能洗掉。
3. 當樹脂發熱時，代表樹脂快要固化，要趕快倒入模型。
4. 消除氣泡的方法：除了慢速攪拌之外，也可以使用絲襪過濾液體，或靜置使用吹風機或打火機加熱消泡，或使用真空機抽氣消泡。

參考資料：

1. 龍潭國中科技中心研習資料與實作經驗
2. 帝一化工 https://shop.dechemical.com.tw/product.php?pid_for_show=4465
3. 露天拍賣網產品介紹 <https://www.ruten.com.tw/item/show?21211155062006>

見光不只是光

桃園市國中資優教師共備工作坊—物理組

光明國中 黃崧培老師

建國國中 李惠民老師

中興國中 張良弘老師

經國國中 潘俊宏老師

第一節課

暖身活動

- ▶ 我們所看見的光本質是什麼？大家看到光訊號產生裝置所發出來會閃爍的光有什麼特別的訊號嗎？
- ▶ 用光訊號接收裝置聽看看，這是什麼聲音？為什麼會有這樣的現象呢？
- ▶ 請小組將討論結果完成於學習單上。

分組閱讀與討論

- ▶ 全班分成四組，各組請先閱讀各組的資料後再進行內容的討論
- ▶ 請各組向其他組請益與分享内容
- ▶ 請各組討論「光訊號產生裝置」的科學原理

第二節課

請討論

- ▶ 你認為光在什麼情形下會改變行進方向？光的行進方向會受到那些因素影響？
- ▶ 光的行進方向在經過凸透鏡時會怎麼改變？
- ▶ 你會如何測量一個凸透鏡的焦距？

製作水透鏡(平凸透鏡)

- ▶ 請你在中央畫十字，再以十字為圓心畫一段固定半徑的弧長，再畫出一條直線，完成一個「P」字形平凸透鏡的底稿。
- ▶ 請你剪裁大小適合的透明片，依底稿的畫線，將透明片用熱熔膠黏上底稿。
- ▶ 待黏貼處乾燥後，確認透明片間已無縫隙，在透明片間倒入適量清水檢測漏水情形。※若黏合處會漏水，請你再用熱熔膠將縫隙補滿。
- ▶ 從「平」的那面以光束「垂直」照入，觀察光束的行進方向在通過透鏡時的改變，在底稿上將光束行進方向畫出，記錄光束在接近透鏡中央位置照入時行進方向的改變，將光束匯聚的「焦點」找出來並測量焦距。

請討論

- ▶ 雷射光束在經過透鏡時方向會怎麼改變？
- ▶ 雷射光束在接近透鏡中央位置與在透鏡兩側時，光線匯聚的情形有什麼不同？

第三節課

請討論

- ▶ 前一節課實驗的結果知道光束經過透鏡時會匯聚，如果改變透鏡的圓弧半徑，那焦距會有什麼變化？
- ▶ 透鏡焦距與圓弧的半徑之間會有什麼關係？

製作第二個水透鏡(平凸透鏡)

- ▶ 請你在中央畫十字，再以十字為圓心畫一段固定半徑的弧長，再畫出一條直線，完成一個「P」字形平凸透鏡的底稿。
- ▶ 請你剪裁大小適合的透明片，依底稿的畫線，將透明片用熱熔膠黏上底稿。
- ▶ 待黏貼處乾燥後，確認透明片間已無縫隙，在透明片間倒入適量清水檢測漏水情形。※若黏合處會漏水，請你再用熱熔膠將縫隙補滿。
- ▶ 從「平」的那面以光束「垂直」照入，觀察光束的行進方向在通過透鏡時的改變，在底稿上將光束行進方向畫出，記錄光束在接近透鏡中央位置照入時行進方向的改變，將光束匯聚的「焦點」找出來並測量焦距。

請討論

- ▶ 與第二節課的實驗做比較，不同半徑的弧長會怎麼影響雷射光束的前進方向？
- ▶ 比較其他組實驗結果，你能推測圓弧半徑與焦距之間的關係嗎？

第四節課

各組報告

請各組分享前兩節課實驗實作的心得

Ex: 透明片要怎麼黏？

Ex: 漏水怎麼處理？

Ex: 操作上要注意什麼？

Ex: 焦距怎麼測？

其他

製作水透鏡(雙凸透鏡)

- ▶ 請你製作兩種凹凸程度不同的「雙凸透鏡」(步驟請參考第二節課)
- ▶ ※兩種雙凸透鏡的左側圓弧半徑需固定不變。
- ▶ 待黏貼處乾燥後，確認透明片間已無縫隙，在透明片間倒入適量清水。
- ▶ 測量雙凸透鏡的焦距，並記錄於學習單上。
- ▶ 繪製右側曲率半徑倒數與測量焦距倒數的關係圖與趨勢線方程式。

請討論

- ▶ 比較兩種雙凸透鏡焦距與兩側圓弧半徑的關係？

調配環氧樹脂製作透鏡

- ▶ 將環氧樹脂A劑與B劑以2：1的比例調配，倒入教師準備好的矽膠模具中，靜置一天以上待其固化備用。

第五節課

請討論

- ▶ 根據第二節課~第四節課的測量結果，請你推導「凸透鏡焦距」與「兩側圓弧半徑」的關係。

進行活動

- ▶ 將上次倒入已固化的環氧樹脂取出，測量這些透鏡的焦距。
 - ▶ 請你說說這些透鏡的焦距與自己做的水透鏡之間有什麼差異？造成這個差異的原因是什麼？
 - ▶ 若將透鏡焦距與兩側圓弧半徑之間的關係可寫成 $1/f=k(1/R+1/r)$ ，則水與環氧樹脂的k值分別為多少？
 - ▶ 介紹造鏡者公式，其中k值與介質折射率有關
- ※ ($k = n-1$)

課後自學活動

- ▶ 上網搜尋水與塑膠的折射率，與測量結果做比較。