

國中獨立研究課程 - 融入式教案

一掃而「光」 - 手機光譜儀的應用

一、課程簡介

<p>給使用者的話</p>	<p style="text-align: center;">設計理念</p> <p>教育部於111年至114年推動中小學數位學習精進方案，達成「班班有網路、生生用平板」，對於中小學階段的學生而言，3C產品不只有傳遞訊息或休閒娛樂的用途，更可利用它來收集資料與學習。也因產品功能的強大，許多程式設計者會開發免費的APP給大眾使用，其中也有像「phyphox」或「spectraView」這些能夠用在實作測量的程式。此教案即是用手機光譜儀的程式來觀察不同植物的葉片中葉綠素含量的差異，在觀察之前先介紹色光與波長的關係，再透過簡易光譜儀觀察陽光或LED的發射光譜，最後再透過簡易型的分光光度計觀察葉綠素的吸收光譜。</p> <p style="text-align: center;">課程內容</p> <p>第一節課先介紹光的顏色與波長的關係，並透過分光稜鏡來觀察白光分離後的紅、綠、藍三原色。第二節課繼續探討白光色散的情形，透過彩虹的顏色分布，知道光線經過二次折射後的顏色排列；使用簡易光譜儀觀察陽光或不同顏色LED的光譜，並了解簡易光譜儀的分光原理。第三節課進行植物葉片葉綠素的色層分析，觀察不同葉片的葉綠素是否存在差異。第四節課使用手機光譜儀來觀察葉綠素的吸收光譜。</p> <p style="text-align: center;">實施時機與對象</p> <ol style="list-style-type: none">1. 七年級數理資優生獨立研究相關課程2. 八、九年級數理資優生理化科《混合物的分離》與《光與顏色》的延伸課程。						
<p>單元架構</p>	<table border="1" style="width: 100%;"><tr><td data-bbox="344 1529 687 1850"><p>核心課程：</p><ol style="list-style-type: none">1. 光的三原色為紅、綠、藍。2. 光經過不同介質時會發生折射與反射。</td><td data-bbox="711 1529 1054 1850"><p>連結課程：</p><ol style="list-style-type: none">1. 生物植物的葉綠素分離。2. 光的干涉與繞射。3. 光碟片的繞射條紋。</td><td data-bbox="1078 1529 1453 1850"><p>認同課程：</p><ol style="list-style-type: none">1. 透過討論與分享，增加對課程的興趣。2. 利用簡易儀器去觀察生活中的各種事物，發現它們的差異。</td></tr><tr><td colspan="3" data-bbox="344 1861 1453 2074"><p>實務課程：</p><ol style="list-style-type: none">1. 透過實作去驗證光的三原色為紅、綠、藍。2. 能利用簡易光譜儀去分辨不同發光體的光譜差異。3. 能利用分光光度計來測量不同植物葉片內的葉綠素含量。</td></tr></table>	<p>核心課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 光的三原色為紅、綠、藍。2. 光經過不同介質時會發生折射與反射。	<p>連結課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 生物植物的葉綠素分離。2. 光的干涉與繞射。3. 光碟片的繞射條紋。	<p>認同課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 透過討論與分享，增加對課程的興趣。2. 利用簡易儀器去觀察生活中的各種事物，發現它們的差異。	<p>實務課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 透過實作去驗證光的三原色為紅、綠、藍。2. 能利用簡易光譜儀去分辨不同發光體的光譜差異。3. 能利用分光光度計來測量不同植物葉片內的葉綠素含量。		
<p>核心課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 光的三原色為紅、綠、藍。2. 光經過不同介質時會發生折射與反射。	<p>連結課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 生物植物的葉綠素分離。2. 光的干涉與繞射。3. 光碟片的繞射條紋。	<p>認同課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 透過討論與分享，增加對課程的興趣。2. 利用簡易儀器去觀察生活中的各種事物，發現它們的差異。					
<p>實務課程：</p> <ol style="list-style-type: none">1. 透過實作去驗證光的三原色為紅、綠、藍。2. 能利用簡易光譜儀去分辨不同發光體的光譜差異。3. 能利用分光光度計來測量不同植物葉片內的葉綠素含量。							

教材特色與分析	<p>1. 國中學生在接觸理化科光學範圍時，常因太過抽象而無法理解，這份教材從「光與顏色」出發，透過實作驗證光的三原色。</p> <p>2. 讓學生去觀察生活周遭各種光源的光譜，進而驗證不同的發光體所形成的光譜是不同的。</p> <p>3. 課程從學生感興趣的色光實驗出發，利用不同的稜鏡、光學儀器的分光現象導入光譜儀的介紹與實作，為學生在中學階段開始對了解原子世界奠定基礎。</p>
----------------	--

二、課程計畫

單元名稱	一掃而「光」_ 手機光譜儀的應用		
適用對象	<input checked="" type="checkbox"/> 七年級 <input checked="" type="checkbox"/> 八年級 <input type="checkbox"/> 九年級	設計教師	張良弘、許峰慈、黃崧楮
活動時間	四堂（每堂45分，共180分）	設計日期	111學年度
核心素養	<p>一、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。</p> <p>二、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。</p> <p>三、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。</p> <p>四、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>五、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>六、特獨-J-C2 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

一、自然 tc-IV-1

能依據已知的自然科學知識與概念，對自己蒐集與分類的科學數據，抱持合理的懷疑態度，並對他人的資訊或報告，提出自己的看法或解釋。

二、自然 pe-IV-1

能辨明多個自變項、應變項並計劃適當次數的測試、預測活動的可能結果。在教師或教科書的指導或說明下，能了解探究的計畫，並進而能根據問題特性、資源（例如：設備、時間）等因素，規劃具有可信度（例如：多次測量等）的探究活動。

三、自然 pc-IV-1

能理解同學的探究過程和結果（或經簡化過的科學報告），提出合理而且具有根據的疑問或意見。並能對問題、探究方法、證據及發現，彼此間的符應情形，進行檢核並提出可能的改善方案。

四、特獨 1a-IV-2

透過與同儕的討論，分享探索的樂趣。

五、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。

六、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。

七、特獨 2b-IV-1

將蒐集的數據或資料，加以分析、比較，提出關聯與差異。

八、特獨 2b-IV-2

比較與判斷自己及他人對於蒐集資料的解釋，在方法及程序上合理性，並提出問題或批判，並用實證加以驗證之。

九、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。

十、特獨 3d-IV-2

獨立或依據操作指引，正確安全操作 研究物品、器材儀器、科技設備與資源。

十一、特獨 3e-IV-2

從得到的資訊或數據，分析出差異，形成解釋、獲知因果關係。

十二、特獨 3e-IV-4

從得到的資訊或數據，分析出差異，解決問題或發現新問題。

<p style="text-align: center;">學習內容</p>	<p style="text-align: center;">國中學習內容</p> <p>一、自然 Ca-IV-1 實驗分離混合物，例如：結晶法、過濾法及簡易濾紙色層分析法。</p> <p>二、自然 Ka-IV-7 光速的大小和影響光速的因素。</p> <p>三、自然 Ka-IV-10 陽光經過三稜鏡可以分散成各種色光。</p> <p>四、自然 Ka-IV-11 物體的顏色是光選擇性反射的結果。</p> <p>五、自然 Ab-IV-4 物質依是否可用物理方法分離，可分為純物質和混合物。</p> <p>六、自然 Ca-IV-1 實驗分離混合物，例如：結晶法、過濾法及簡易濾紙色層分析法。</p> <p>七、自然 Dc-IV-5 生物體能覺察外界環境變化、採取適當的反應以使體內環境維持恆定，這些現象能以觀察或改變自變項的方式來探討。</p> <p>八、自然 Bc-IV-4 日光、二氧化碳和水分等因素會影響光合作用的進行，這些因素的影響可經由探究實驗來證實。</p> <p>九、特獨 B-IV-3 科技設備操作技能。</p> <p>十、特獨 C-IV-5 研究資料蒐集方式：文件/紀錄分析。</p> <p style="text-align: center;">高中學習內容</p> <p>一、PKa-Vc-5 光除了反射和折射現象外，也有干涉及繞射現象。</p> <p>二、PKa-Va-13 光有干涉與繞射的現象，其亮紋和暗紋決定於相位差。</p> <p>三、PKc-Vc-6 電磁波包含低頻率的無線電波，到高頻率的伽瑪射線在日常生活中有廣泛的應用。</p>
<p style="text-align: center;">議題融入</p>	<p>科技教育： 具備科技哲學觀與科技文化的素養；激發持續學習科技及科技設計的興趣；培養科技知識與產品使用的技能。</p>
<p style="text-align: center;">單元目標</p>	<p>每一堂課的教學目標：</p> <p>一、學生能理解色散現象是不同顏色的光經過三稜鏡時，因速度的差異造成折射角</p>

的不同。

二、學生能透過實作，驗證白光是由紅、綠、藍等三原色光的混合。

三、學生能說出虹與霓的形成原因。

四、學生能透過光譜儀觀察不同發光體的發射光譜。

五、學生能進行濾紙色層分析法，並觀察葉片萃取液分離後的葉綠素、葉黃素與花青素。

六、學生能透過濾紙色層分析法，比較出不同葉片中所含的葉綠素、葉黃素與花青素的比例不同。

七、學生能利用分光光度計來觀察不同植物葉片內的葉綠素含量。

八、課程從收集葉片、研磨、萃取葉綠素、用光度計觀察吸收光譜。

九、讓學生透過觀察、實作、紀錄、討論、分享等來增進對課程內容的了解。

依照學生程度的不同，實施區分性教學，調整其中的項目，分為能力較強的 Frequency(f)組和能力較平均的 Lambda(λ)。

優劣勢分析

區分性教學組別	Frequency(f)	Lambda(λ)
學業成績	數學較好	數學計算較慢
科技能力	常上網、 搜尋資料能力較佳	能搜尋資料
組員溝通	組員互動較好、 會互相交換意見	比較安靜

區分性 教學之 調整

第一堂課的區分性教學調整

區分性教學組別	Frequency(f)	Lambda(λ)
學業內容	無差別	無差別
學習過程 (學習環境)	能自行上網查詢	可由教師給予提示
學習成果 (評量)	能主動分享學習成果	較被動等待

第二堂課的區分性教學調整

區分性教學組別	Frequency(f)	Lambda(λ)
學業內容	無差別	無差別

學習過程 (學習環境)	能自行上網查詢	可由教師給予提示
學習成果 (評量)	小組成員能互相討論 並將討論的內容與其他 組分享	能將他組分享的 內容填寫在學習單 上

第三堂課的區分性教學調整

區分性教學組別	Frequency(f)	Lambda(λ)
學業內容	無差別	無差別
學習過程 (學習環境)	能合作完成實驗操作	需教師協助才能完 成實驗操作
學習成果 (評量)	能發表觀察的結果	需教師協助

第四堂課的區分性教學調整

區分性教學組別	Frequency(f)	Lambda(λ)
學業內容	無差別	無差別
學習過程 (學習環境)	能正確組裝簡易分光光 度計並進行測量與觀察	需教師協助才能完成 分光光度計的組裝
學習成果 (評量)	能操作分光光度計並看 出吸收光譜的結果	需教師提示才能得出 結果

參考 資料

- 一、高中翰林版選修物理III第三章 光的折射。第四章 光的干涉與繞射。
- 二、好好玩物理網：燒杯彩虹。
<https://haha90.phy.ntnu.edu.tw/content/funExperiment/allFunExps/cupRainbow/cupRainbow.html>。
- 三、手機APP程式「SpectralViewer」。
<https://apps.apple.com/us/app/spectralviewer-spectraview/id1201249094>。
- 四、材料世界網電子報：LED在農業領域的應用與展望(上)。
<https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=10409>。
- 五、光研院 | VITAgri 網路文章：LED植物燈技術：不要忽略綠光?!。
<https://vocus.cc/article/5fbf4d4bfd8978000170eeb7>。

	<p>六、科學研習 56卷 第8期(2017)：簡單實用又有趣的「便當盒光譜儀」。</p> <p>七、科學少年學習誌—科學閱讀素養理化篇1-5冊。</p>
教學 資源	<p>一、三稜鏡</p> <p>二、光碟片</p> <p>三、分光稜鏡</p> <p>四、三色手指燈</p> <p>五、LED燈</p> <p>六、簡易型分光光度計</p>

三、各單元教學活動

第一堂	時間	多元評量
<p>一、引導活動</p>  <p>1. 在白板上貼上上面兩個圖片，並且解說圖片中為一道太陽光通過三稜鏡之後的現象？</p> <p>2. 建議提問(1) 請問從圖片中發現了什麼？</p> <p>參考答案(1) 讓學生須盡量回答圖片中所觀察到的現象，引導學生能說出白光經過三稜鏡之後，產生了七個不同的顏色。</p> <p>3. 建議提問(2) 想想看，是什麼原因造成？教師引導學生想像白光在三稜鏡之中，是什麼樣的原因，發生色散的現象？</p> <p>參考答案(2) 介質的種類會影響光的傳播速度，從各種顏色的光折射角不同，進而判斷光在稜鏡中的速率不同</p>	<p>2分鐘</p> <p>2分鐘</p> <p>2分鐘</p>	<p>學生回答。</p>
<p>二、發展活動</p> <p>1. 給學生每人一個三稜鏡，請學生觀察三稜鏡產生色散之後，畫出色散的位置，三稜鏡的位置。</p> <p>對照白板上的三稜鏡，解說光源、三稜鏡和色散的位置的關係。</p> <p>2. 放個白光通過水珠的圖片，講解彩虹產生色散。</p> <p>3. 給學生一人一片光碟片，請學生觀察光碟片的表面，討論光碟片表面會產生彩虹的原因。</p> <p>4. 講解繞射的原理，重點會著重在各色光經過狹縫之後，會產生不同的角度，使各種顏色的光可以分開來。</p>	<p>5 分鐘</p> <p>7 分鐘</p> <p>5 分鐘</p> <p>7 分鐘</p>	<p>寫學習單。</p> <p>寫學習單。</p> <p>學生回答。</p>
<p>三、綜合活動</p> <p>請學生先做預測，若給學生每人一個燒杯，請學生觀察光線經過燒杯之後，在哪一個位置會出現色散現象。請各組先討論之後，再將結論寫在黑板上。之後進行觀察，驗證預測的準確性。(也可藉此評量學生對此單元的教學內容是否已達到精熟)</p>	<p>15 分鐘</p>	<p>學生討論並上台發表。</p>

關於第一堂課

第一堂課主要是講解分光的原理。第一種是折射，第二種是繞射。利用三稜鏡來介紹折射原理，分離色光，舉例色散現象、彩虹的形成。利用光柵片或光碟片來解說繞射的原理，引入光波能量疊加概念，探討干涉與繞射現象。

第二堂 便當盒光譜儀

時間

多元評量

一、引導活動

複習前一堂課的內容，請學生說明彩虹的七種顏色是怎麼來的，以及這七種顏色在天空中的排列順序？讓學生將日常生活中的觀察經驗用所學的概念來說明。

建議提問(1)彩虹為什麼有七種顏色？

參考答案(1)引導學生能說出彩虹是太陽光(白光)經過色散現象後，所分出的七種色光。再引導學生說出光的三原色為紅、綠、藍。

建議提問(2)彩虹的七種顏色，在天空中是如何排列？

參考答案(2)引導學生從日常生活中的經驗中，說出彩虹從上而下的排列順序是紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫。也可以請曾經看過天空中同時出現兩道彩虹學生，說出這兩道彩虹(虹與霓)的差別。

二、發展活動

1. 用簡易光譜儀朝向窗外的光亮處(不可直接朝向太陽，以避免光線太強而造成眼睛不適)，眼睛從觀察孔向內看，請學生說出自己看到了什麼。

建議提問(3)請問你看到了什麼？有看到類似彩虹的光嗎？你看到了幾道類似彩虹的光？它們的排列方式是怎樣的？

參考答案(3)學生能說出自己看到的色光，且能找到左右各一道光，排列方式為外側是紅光、靠近狹縫是藍光。

2. 用簡易光譜儀朝向LED燈，觀察與比較白光LED、紅光LED、綠光LED、藍光LED在光譜儀中的差異，並將觀察的結果紀錄於學習單上。

建議提問(4)將光譜儀朝向不同顏色的LED燈，你從光譜儀中有觀察到什麼差別嗎？

參考答案(4)紅光、綠光、藍光的LED，在光譜儀中只有一種顏色的亮紋，而白光有七彩的亮紋。

3. 將學生分成三組，給予不同的主題請他們上網搜尋資料。

※第一組的學生負責「何謂光的干涉」；第二組的學生負責「何謂光的

5分鐘

學生回答。

10分鐘

學生回答。

10分鐘

<p>繞射」；第三組負責「簡易光譜儀的分光原理」。</p> <p>4. 請各組將搜尋的資料整理後，依序向其他同學說明與分享。</p> <p>三、綜合活動</p> <p>教師依各組分享的內容再做統整與補充。</p>	<p>10分鐘</p> <p>5分鐘</p>	<p>學生上台發表</p>
--	------------------------	---------------

關於第二堂課

第二堂課主要是延續第一堂課的教學內容，從第一堂課中學到太陽光(白光)可以經由三稜鏡或光柵而產生色散，形成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等七種色光，並結合八年級上學期自然科第四章的教材內容，知道七色光(彩虹)都是由紅、綠、藍三種基本色光混合而成。

透過光碟片來製作簡易的光柵，配合陳其威老師在科學研習內所分享的便當盒光譜儀，如果有其他的教學時間，也能讓學生自己動手實作完成光譜儀，有助於學生對光譜儀構造的認識與瞭解。

透過便當盒光譜儀去觀察太陽光的光譜，能看到太陽光的光譜是一種連續光譜，裡面包含各種不同顏色的色光，也可以透過刻度尺上的標示，知道紅光的波長約600~650nm，而藍光的波長約為400nm。而白光的LED燈與紅、綠、藍的LED燈所產生的光譜也不同，白光LED燈的光譜為連續光譜，而各色光的亮紋只集中在某一個區段，進而驗證紅、綠、藍三種是最基本的色光。

在使用光譜儀後，透過讓學生分組上網搜尋光譜儀的相關資料，在透過小組討論與分享，可幫助學生更能理解干涉、繞射與分光原因，最後由教師做總結整理與補充。

第三節 植物色素-濾紙色層分析法應用	時間	多元評量
<p>一、引導活動</p> <p>在日常生活經驗中我們知道，紅色物體是因為其它色光被吸收只有紅色光被反射；同理可證，因為樹葉多是綠色，表示光合作用並不吸收綠色光，但光合作用是利用何種色光呢？</p> <p>建議提問(1)植物色素有哪些？</p> <p>參考答案(1)引導學生說出樹葉的顏色有綠色、黃色及紫色，推論植物的色素有葉綠素、葉黃素及花青素。</p> <p>建議提問(2)在植物的光合作用實驗中，僅使用鋁箔紙或黑紙包住樹葉，得到照光才能行光合作用的結論。如果想知道何種色光是植物光合作用所需？何種色光是光合作用最不需要？應該如何進行實驗？</p> <p>參考答案(2)引導學生，看到物體的顏色是因為其它色光被吸收，不</p>	<p>5分鐘</p> <p>7分鐘</p>	<p>學生回答</p>

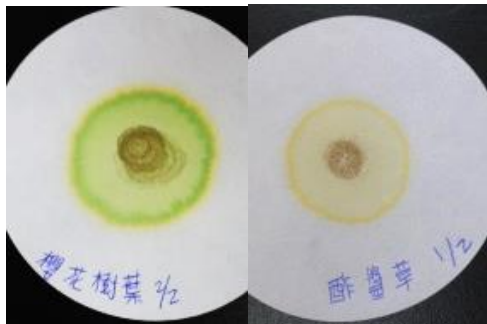
被吸收的光反射到我們的眼睛，而呈現出該物體的顏色。進而設計規劃實驗設計。可以使用不同色光照射植物，一段時間後觀察何種植物生長較差。

二、發展活動

1. 給每人一種樹葉，加酒精及細砂研磨得到萃取液，將萃取液離心後取上清液，再以上清液做濾紙色層分析

建議提問(3) 請問從濾紙分層的結果得到哪些結論？你能說說為什麼？

參考答案(3) 讓學生說出有葉綠素、葉黃素及花青素，並進一步和其他同學比較，不同葉片的色素比例是否不同。



2. 簡介濾紙色層分析法的原理。利用物質在溶劑中對濾紙吸附能力不同，將其分離的方法。色素與濾紙的附著力越大，移動距離越小；色素與濾紙的附著力越小，移動距離越大。

三、綜合活動

1. 植物葉片經濾紙色層分析後，同學們應該能了解混合物的組成可以透過層析法做分離，教師可以準備各類水性色筆，讓同學們分別在濾紙中心畫出一個小實心圓形再利用滴管滴水，看看這些顏料是否都能層析，證明顏料也可能是混色的結果。

25分鐘

學生回答

8分鐘

實驗操作

關於第三堂課

第三堂課是用分光光度計對不同葉片中葉綠素進行分析，藉由葉綠素對不同色光的吸收程度不同，進而推測葉片中各種葉綠素的含量。因為本課程以七年級學生為主，七年級的學生對於光學的色散情形較陌生，因此透過植物色素萃取實驗去了解植物內色素的種類和含量的差異，再進一步討論不同植物的葉片中有些含有較多葉綠素、有些含有較多葉黃素，這種差異是否和生存策略有關？

第四節 光譜儀的應用

時間

多元評量

一、引導活動

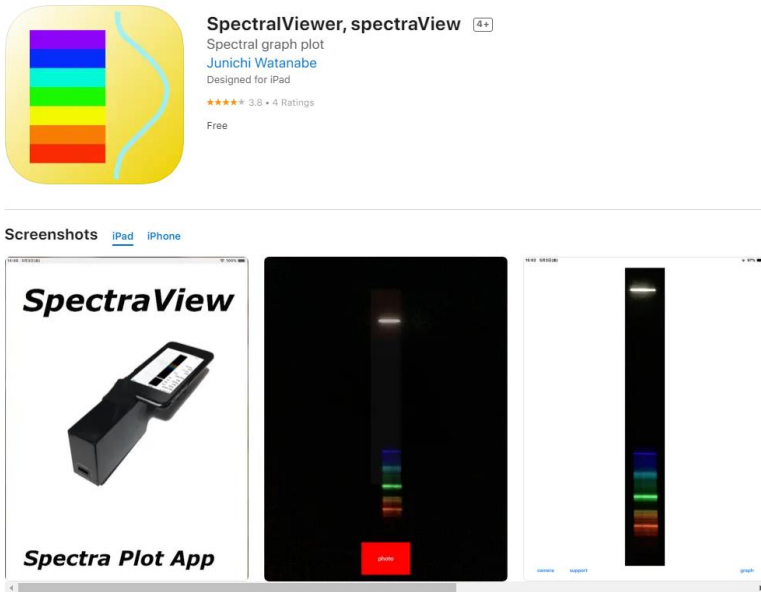
當白光通過稀釋的樹葉萃取液會有某種色光被減弱，而減弱的色光便是被植物色素吸收利用。我們可以利用光柵分光的原理，透過光譜儀分散色光後，再利用SpectraView app即時分析紅、綠、藍三種色光減

5分鐘

少情形，推出光合色素需要的可見光區。

二、發展活動

1. 簡介SpectraView app的分析原理，並安裝練習使用。

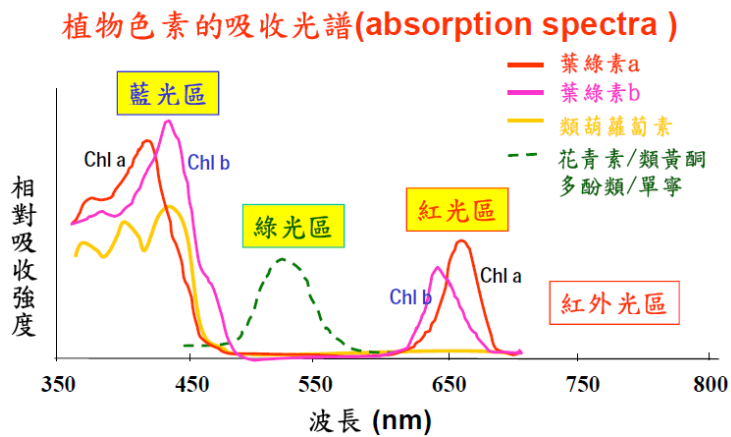


8分鐘

實驗操作

2. 說明各種植物色素使用的可見光區。

5分鐘



3. 說明手機光譜儀原理，並放入前一節課準備好的萃取液進行測試。

5分鐘



<p>4. 透過分析結果，和其他同學比較不同植物使用色光的情形。</p> <p>建議提問(1) 請問你的植物吸收的可見光主要是哪種色光？可能是何種植物色素作用？最不吸收的是何種色光？</p> <p>參考答案(1) 藍色光區減少最多，其次是紅色光區，最沒有減少的是綠色光區。證明植物需要的是藍光區，以葉綠素為主要光合色素。</p> <p>三、綜合活動</p> <p>建議帶領學生到校園，利用SpectraView app實地測量樹冠上層照光區和樹冠下層弱光區，從不同的光譜分析進一步了解植物利用光能的策略。</p>	<p>15分鐘</p> <p>7分鐘</p>	<p>學生回答</p> <p>實地觀察</p>
--	------------------------	-------------------------

關於第四節課

1. 課程從收集葉片、研磨、萃取葉綠素、利用分光光度計來觀察不同植物葉片內的葉綠素含量。讓學生透過觀察、實作、紀錄、討論、分享等來增進對課程內容的了解。
2. 將前節課萃取的植物色素，置入手機光譜儀透過軟體分析得到植物吸收較多藍光結論，證明光合作用以藍光為主、紅光為輔。
3. 在校園實測不同區域光線強弱及色光分佈不同，發現強光區的植物葉片較深綠色，其光合色素主要是葉綠素；而弱光區的植物葉片偏黃綠色，其光合色素主要是葉黃色。
4. 從文獻中了解，弱光下葉黃素有較佳的藍光吸收率，和本次實驗結果符合。
5. 若教師仍想做進一步研究，可以提供含有大量花青素的植物葉片，花青素主要吸收綠光區，這類植物的生存策略尚有待探究。

四、教學省思及建議（如：課程教學、環境佈置…等）

1. 第一節課使用三稜鏡觀察太陽光的分光情形，建議在陽光較強的時段進行，較容易觀察到陽光分光後的七彩亮紋。
2. 原本的課程設計是讓學生在課程中完成簡易光譜儀，但是學生實作能力差異會影響後續的觀察時間，故將課程內容調整成直接提供光譜儀讓學生觀察。若教學時間充裕亦可以讓學生在課程活動中完成簡易光譜儀。
3. 若要製作簡易光譜儀，可事先製作挖孔的模板，讓學生依著模板做切割。

五、附件

一掃而「光」 手機光譜儀的應用 第一堂課學習單

學校：_____ 班級：_____ 學生姓名：_____

一、請利用手中的三稜鏡，觀察光線經過三稜鏡後發生了什麼變化，請將觀察到的現象用文字或圖畫表示。

二、請觀察手中光碟片的亮面，在光線下你是否有看到「彩虹」，請將形成「彩虹」的原因用文字表示。

三、請先預測光線經過燒杯後，會在哪些位置形成「彩虹」？請將你預測的情形用文字或圖畫記錄。

四、當你操作完「燒杯彩虹」後，請問與你之前預測的結果是否吻合？若不相同，你的預測是哪裡出了問題嗎？

一掃而「光」 手機光譜儀的應用 第二堂課學習單(1)

學校：_____ 班級：_____ 學生姓名：_____

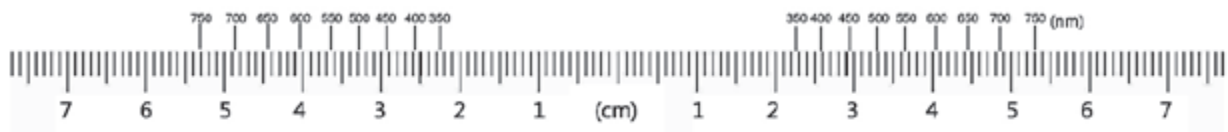
【製作簡易光譜儀】

材料：寬度為 10 公分的紙盒(小便當盒)、空白的 VCD 光碟片(約 10 人可共用一張光碟)、膠帶、尺、美工刀、波長刻度。

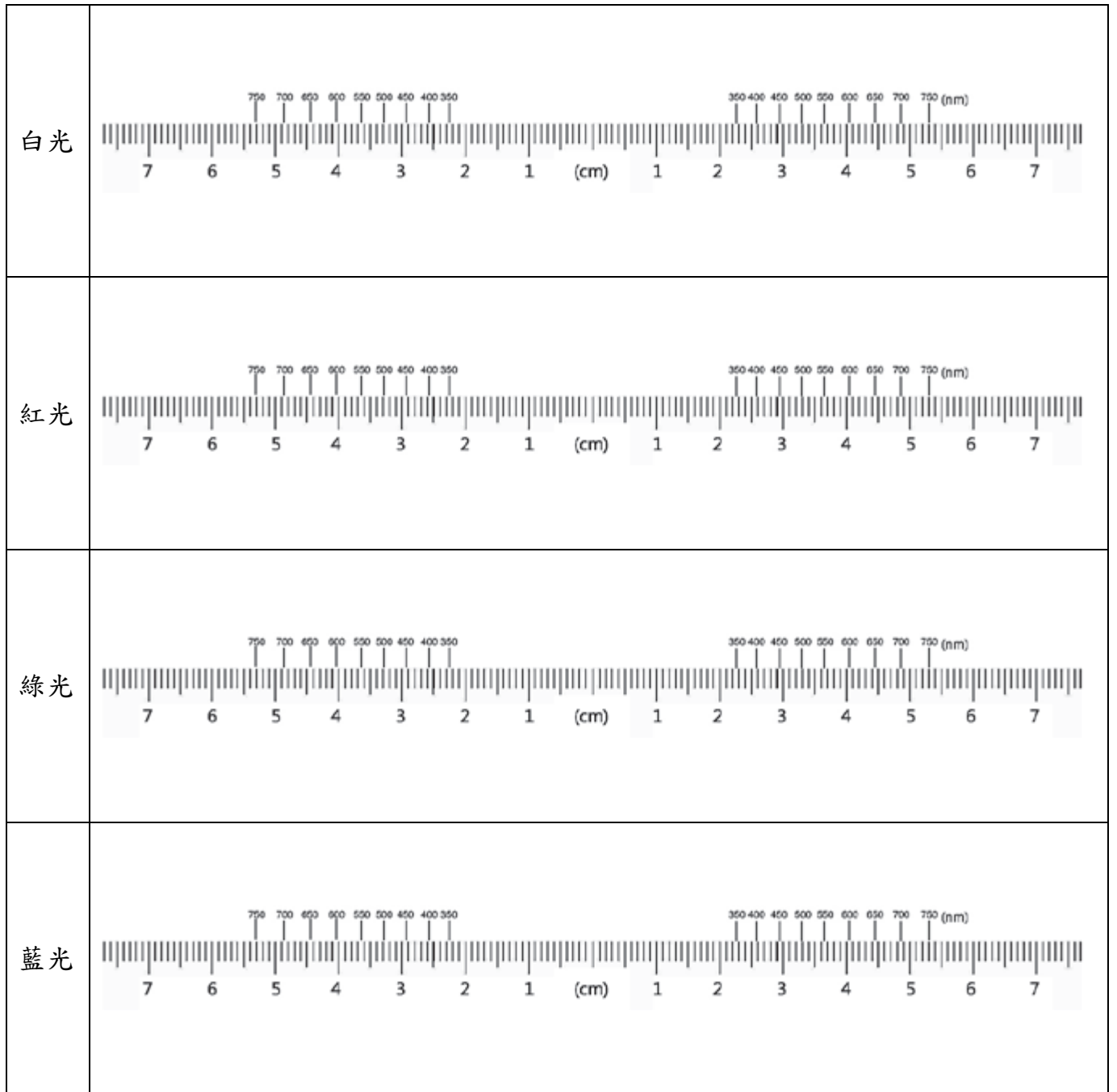
步驟：

1. 在便當盒的背面中央位置，割一條寬 1.5mm 的狹縫（長度大約 1.5cm）。
2. 在便當盒的正面的中央處割一個窺視孔（長 2cm × 寬 0.7cm）。
3. 將膠帶黏在空白 VCD 光碟片上，並在光碟邊緣切下一邊（寬度大約 0.5cm）。
4. 剪完後撕開，就能得到透明的光碟片（光柵），若光碟片不夠透明，可使用酒精擦拭，增加光碟片的透明度。
5. 沿著光碟半徑，剪個適當的大小(扇形)，黏貼在便當盒內的窺視孔上。(光碟扇形的中垂線盡可能與便當盒的長邊平行)
6. 將「波長刻度」裁剪後貼在便當盒內的光源孔下方。
7. 蓋上便當盒(可用橡皮筋套住便當盒兩邊)即完成簡易光譜儀。

一、請用光譜儀觀察窗外的光亮處(請勿直視陽光)，請將看到的光譜情形繪製如下。



二、請用光譜儀觀察 LED 燈（請勿直視強光），請將看到的光譜情形繪製如下。



三、比較之前觀察記錄，你發現了哪些不同處？

一掃而「光」 手機光譜儀的應用 第二堂課學習單(2)

學校：_____ 班級：_____ 學生姓名：_____

分組任務一：何謂光波的「干涉」？

分組任務二：何謂光波的「繞射」？

分組任務三：簡易光譜儀的分光原理？

一掃而「光」 手機光譜儀的應用 第三堂課學習單

學校：_____ 班級：_____ 學生姓名：_____

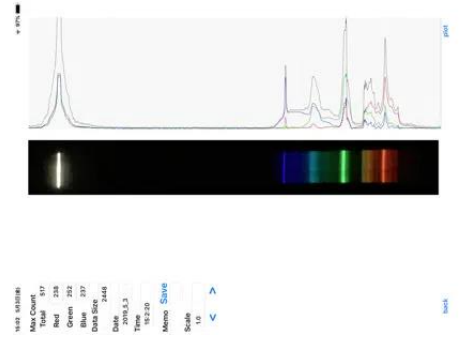
一、進行濾紙色層分析後，請將你實驗的成果畫下來(或將作品照片貼在學習單上)

二、請將同組好友的作品也記錄下來，並比較你與他的作品的差異。

一掃而「光」 手機光譜儀的應用 第四堂課學習單

學校：_____ 班級：_____ 學生姓名：_____

- 一、請將你製作的植物萃取液透過簡易分光光度計觀察光譜吸收情形，將手機拍到的圖片印出(如右圖)，並貼在學習單上。



- 二、請問你的植物吸收的可見光主要是哪種色光？可能是何種植物色素作用？最不吸收的是何種色光？

補充資料一：光譜儀

在實施光譜儀教學時，學生可能的提問，以及教師須要具備基本的概念。如下：

一、如何利用身邊的物體創造彩虹？

Ans：拿著光碟片，利用銀色的反光面，傾斜地對著太陽或日光燈，就可以看到彩虹的出現。

二、光碟片具有分光的功能，其中的原理為何？

Ans：因為光碟片裡面的紀錄層有需多排得很密的凹槽，在光碟片裡以同心圓的樣子排列。CD片的凹槽密度是每一公釐有 625 條，每個凹槽間距是 1600 奈米。DVD 片的凹槽密度是每一公釐有 1350 條，每個凹槽間距是 740 奈米。凹槽的密度越高，就能把不同顏色的色光分得越開，也就產生越好的分光效果。

三、把光分開來做什麼？

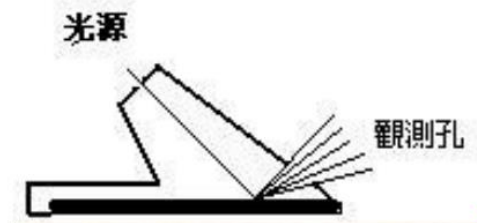
Ans：周遭發出白光的東西，其實組成他的各色色光強度和比例可能都不一樣。例如：白光 LED 是利用高亮度的藍光 LED 去照射黃色螢光粉，有一些則是同時使用紅、綠、藍的螢光粉。如何分辨它們是什麼類型？這可以利用分光。

四、光譜儀的製作與原理簡易說明？

Ans：光譜儀是把光碟片切的小一點，放進一個盒子裡面，讓外界的光線透過一個狹縫照射到光碟片，我們再透過觀察孔去看分光的樣子。因為外界的光太強，會影響我們判讀，所以要放進小盒子裡面。

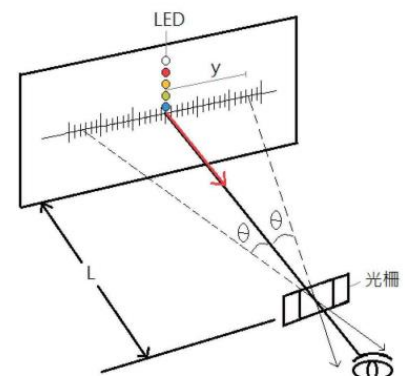
光譜儀一般分為稜鏡光譜儀、反射型光譜儀、透射型光譜儀。

反射型光譜儀是讓光線從狹縫進來，直接照射光碟片的金屬反光膜，產生光譜。(如圖)



透射型光譜儀則光經由狹縫，照射到光柵片，反射到狹縫的周圍，眼睛也可透過光柵片觀察，如果利用光碟片做成光柵，則須將光碟片的透明層與金屬層分離，然後使用酒精擦拭分離透明層上的染料。

光碟片貼在觀測孔時，要注意讓光碟片的凹槽線條和光譜儀的狹縫互相平行。



補充資料二：分光原理

一、折射：

自然光通過三稜鏡後，因不同色光在三稜鏡中的速率不同，導致折射角不同。(如下圖。)



拿著三稜鏡要看到光的色散，需要找光線較弱的環境。

不同顏色的光，在同一個介質中的光速是不同的。可以想像一群人出發，但由於彼此間的速度不同，所以最後分道揚鑣。

第一個速度不同是光由空氣進入三稜鏡中，光速改變。紅光的速率比紫光大。

第二個速度不同是不同的色光在三稜鏡之中，光速不同，所以分得更開。

第三個速度不同是光由三稜鏡進入空氣中，光速改變。

各色光在真空中會以同樣的速率傳播。

1. 名詞解釋：

光譜：又可稱為光學頻譜，不同頻率的光藉由某些裝置(如光柵、稜鏡)進行分光後，會依光的波長(或頻率)的大小排列形成的色帶。光的顏色是由於不同頻率所造成的，較短波長高頻率為紫色，長波長低頻率為紅色。

可見光的光譜涵蓋 390nm~770nm。

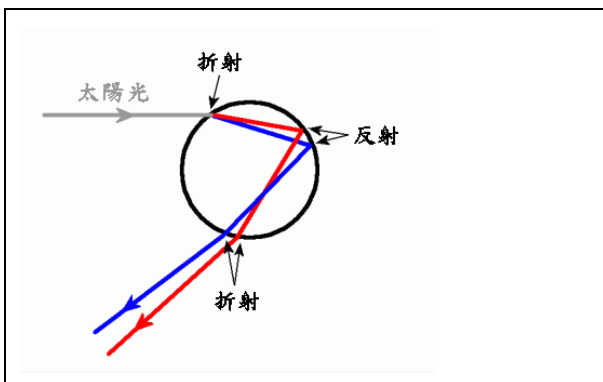
2. 發現歷史：

在 1666 年，牛頓發現太陽光通過三稜鏡後，會被折射並分散成紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等主要顏色的色光，這個現象稱為光的色散。

3. 生活中的應用

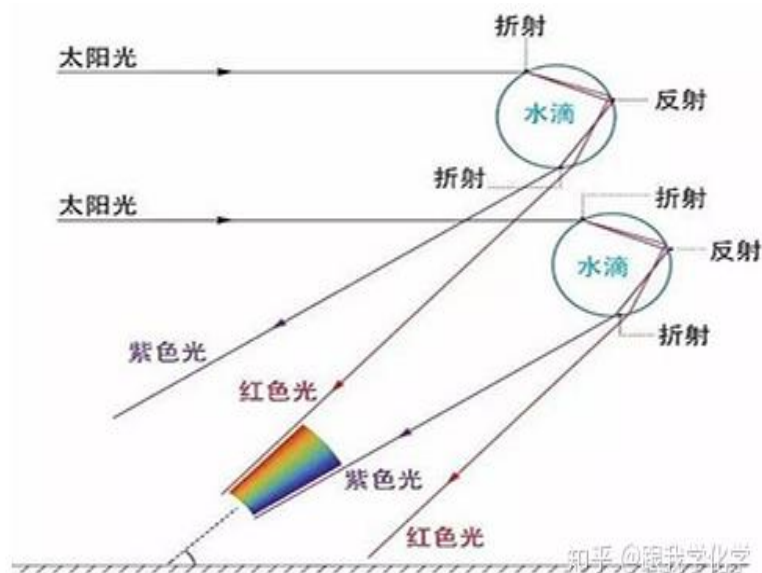
雨過天晴，容易看到彩虹。在空中形成一或兩圈的彩色圓弧。

下雨後放晴的天空中，漂浮著許多小水滴，陽光照在小水滴上，經由水滴的折射與反射現象後，水滴就像稜鏡把不同顏色的光給分開，因此形成彩虹。



虹與水珠的關係如圖

光在水中傳播，一樣是紅光比紫光快。因此光進入水滴中時，如果產生兩次折射和一次反射，則會產生分光效果。



如要看到彩虹，一定要有陽光和水珠，觀察者的位置背向太陽，亦即太陽在地平線的東方時，彩虹必定在西方。

形成彩虹的條件是陽光和水珠，平地上看到彩虹與水珠量和太陽的仰角有關，也和觀察者所在的地點有關。觀察者地處高處，看到的彩虹更廣更長，在長程客機上，有機會看到全圓的彩虹。

以下尚未整理(教師手冊有解說 3-17 頁)

內圈是彩虹，比較亮。上端是紅色，下端是紫色。

外圈是霓虹，又稱為次虹。顏色順序與彩虹顛倒。

理論上，光線在水滴中形成更多次的反射與折射，但是這些彩虹，因為光線太微弱無法看到。

在虹和霓之間的天空會比虹和霓都暗，這區域被稱為亞歷山大暗帶。這個區域變暗的原因，是因為在這個區域沒有從水滴射出的光，虹的角度約為 40-42 度，霓的角度約為 51-53 度，中間剛好有一區是沒有光的。