

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

教師組 教案表單與學習單

教案設計者：陳竑廷

課程領域：

物理 化學 生物 地球科學 科技領域
其他 _____

教案題目：

電磁波怎麼偏-偏振光如何影響生活

授課時數：

2 節 1 0 0 分鐘

教案設計理念與動機：

光是一種電磁波，生活中無處不是光。從攝影、螢幕面板製造、光學設計，許多科技產品都必須應用到電磁波的偏振特性。在教學上，我們希望引導學生從電磁波的幾本性質，了解偏振的基本物理意義。並且，人們是如何利用偏振特性為我們生活增添色彩，偏振片如何融入於科技產品之中。最後，以簡單的課堂實作，讓學生用簡易的材料就能夠製作出精美的文創作品。

教學目標：

情意：能理解到生活中的光學產品經常與偏振有關

認知：知道偏振光的物理特性、基本定義

認知：知道電磁波的傳遞過程

技能：能操作兩偏振片夾角並且以 phyphox 測量光強度

技能：能利用 Excel 或其他統計軟體分析實驗結果

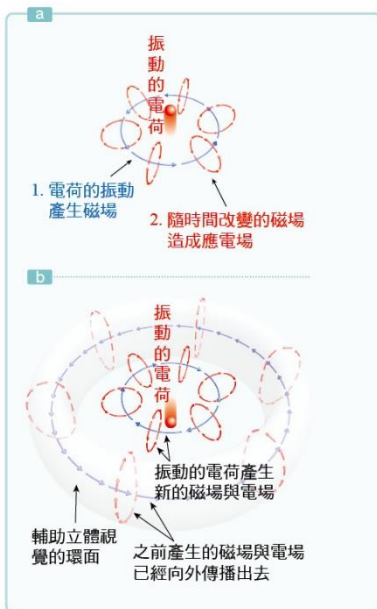
教育對象：

高中一年級

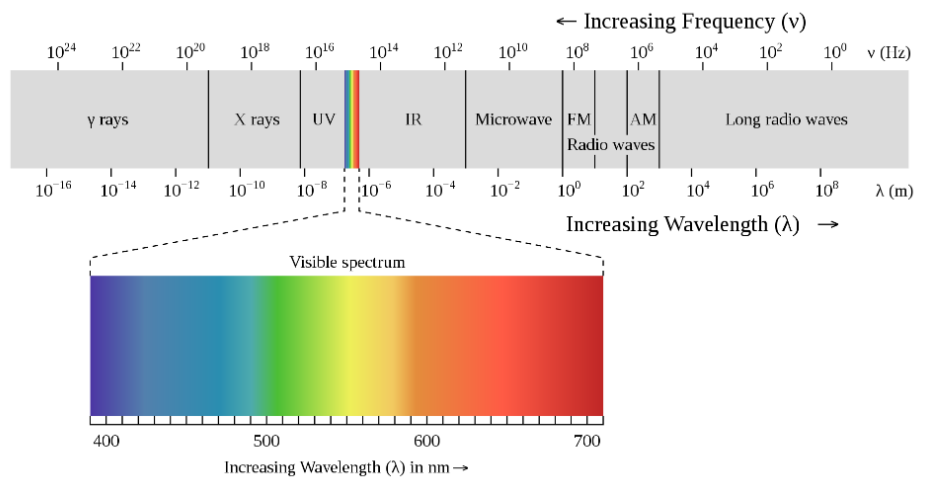
壹、電磁波如何產生與特性(15 分鐘)

根據先前已學過的電流磁效應與電磁感應

1. 教師複習電場與磁場兩者變動時的交互關係
2. 以振動電荷解釋磁場與電場產生(如圖一)
3. 解構單一方向的電磁波如何傳遞
4. 說明電磁波的歷史
5. 介紹電磁波的頻譜(如圖二)



圖一 電磁波產生示意圖

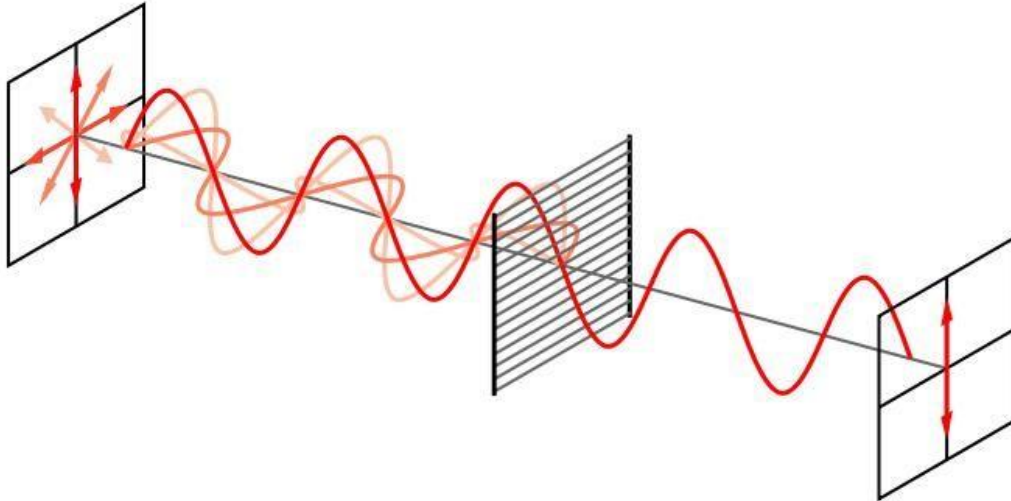


圖二 電磁波頻譜

6. 說明電磁波是一種橫波且具有偏極化 (偏振) 特性
7. 簡單介紹天線如何接收電磁波

貳、偏振片的展示與原理介紹(15 分鐘)

1. 教師展示兩偏振片，旋轉兩偏振片，詢問學生光線穿透偏振片的變化。
2. 介紹電磁波的偏振特性、電場方向為偏振方向
3. 解構偏振片過濾偏振的原理，其中的電場消耗機制
4. 以圖三為例，說明水平偏振片只讓垂直方向的電場通過。



圖三、自然光通過偏振片時的情形

5. 詢問學生，若圖三中再加上另一片垂直偏振片，則最後通過的光應該為什麼方向。

參、非勻向材質的光學檢測(20 分鐘)

1. 三人一組，教師發下每組兩片偏振片，請同學自行操作偏振片，觀察光通過兩偏振片時的改變。
2. 教師發下塑膠片與膠帶剪刀，請學生自行再塑膠片上用膠帶拼貼
3. 完成後，將塑膠片夾於兩偏振片中，觀察拼貼畫的顏色變化。



圖四、兩偏振片夾角為 0 度時



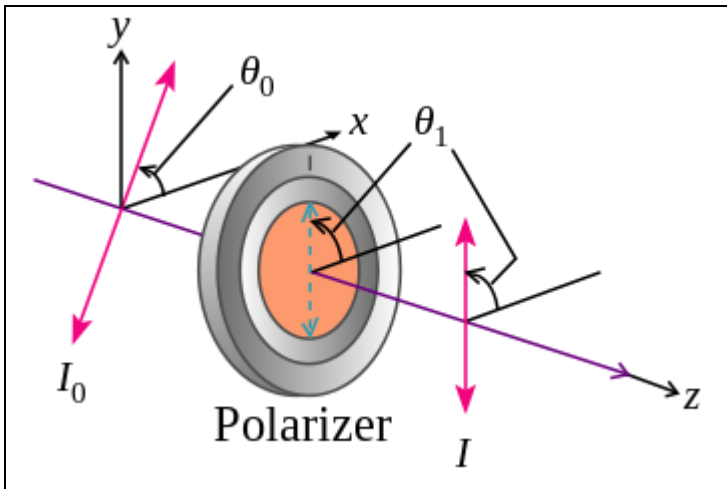
圖五、旋轉偏振片 可以發現 PHY 的字



圖六、旋轉塑膠片，也可以發現 PHY

肆、Malus' law(30 分鐘)

1. 教師介紹 phyphox 軟體，有測量光照度的功能
2. 請同學下載完畢後，詢問同學手機的光感測器應在哪個位置
3. 請同學利用該功能找出「偏振片夾角」與「光強度」變化 將結果紀錄於電腦或方格紙之中 (教師發下方格紙或白紙)
4. 請同學搜尋什麼是 Malus' law 與自己的實驗結果是否相符，如何說明?
5. 教師詢問同學是否有人願意分享 Malus' law 的內容或自己的實驗成果



圖七、Malus' law

$$I = I_0 \cdot \cos^2(\theta_1 - \theta_0)$$

Malus' law 數學式

伍、教師總結偏振光的特性(20 分鐘)

1. 由實驗結果，我們可以利用偏振片消除特定方向的偏振光
2. 教師講解攝影領域使用偏振片的原因(放圖片讓學生比較)



圖八、反射光多為偏振光，利用偏振片過濾掉反射光

學習評量內容

學習單

1. 試著簡單說明電磁波如何傳播？
2. 電磁波的偏振方向定義為？
3. 偏振片如何消耗特定偏振方向的電磁波
4. Phyphox 測量光度的單位是什麼，查查看一般的 T5 日光燈亮度應為多少？
5. 手機測量光的元件位於何處，該元件設置的目的是什麼？
6. 請找出手機接收光強度與兩偏振片夾角的關係。
7. 什麼是 Malus' law

參考資料：

1. 科學 Online -光的偏振特性（一） <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1581>
2. 科學 Online -光的偏振特性（二） <http://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=1583>
3. 手機物理實作軟體 phyphox <https://phyphox.org/>
4. 圖一；南一版-109 上物理(全)課本 117 頁 圖 4-28
5. 圖二：https://en.wikipedia.org/wiki/Electromagnetic_radiation#/media/File:EM_spectrumrevised.png
6. Wikipedia-布魯斯特角 https://en.wikipedia.org/wiki/Brewster%27s_angle#/media/File:Polariser-demo.jpg