

# 桌上型傅科擺實作教具設計製作

洪連輝、謝孟麟、賴高範、許登翔

國立彰化師範大學物理系

E-Mail: phlhorng@cc.ncue.edu.tw

## 一、前言

里昂·傅科(Jean Bernard Léon Foucault)於 1851 年在巴黎先賢祠大廳中，設計一個證明地球自轉的擺。他利用 67 公尺繩索垂掛 28 公斤重的擺錘，並在擺錘底下配置一大沙盤，擺錘擺動時在沙盤上劃出印記。可以觀察到擺面會沿順時針方向每小時偏移 11 度，經過 32.7 小時會環繞一圈。在不同緯度地區則會有不同的環繞週期。這個實驗演示證明了地球的自轉，被譽為物理學史上十大最美麗的實驗之一。然而，傳統傅科擺高數公尺以上，常與建築同構，難以移動配合教學。我們設計了方便攜帶的桌上型傅科擺，並特別關注科學、技術、工程和數學 (STEM) 的綜合應用，培養探究思維、創造力以及問題解決能力。所設計的材料包，方便學生動手做，落實科學探究與實作的理想。

## 二、教具設計製作

桌上型傅科擺教具設計原理與成品照片如圖 1 所示。透過 Arduino 與電磁鐵，對擺錘提簡諧震盪的驅動力以維持擺幅。在上方加裝的 CCD 攝像裝置，可以觀察擺錘的擺動的軌跡。

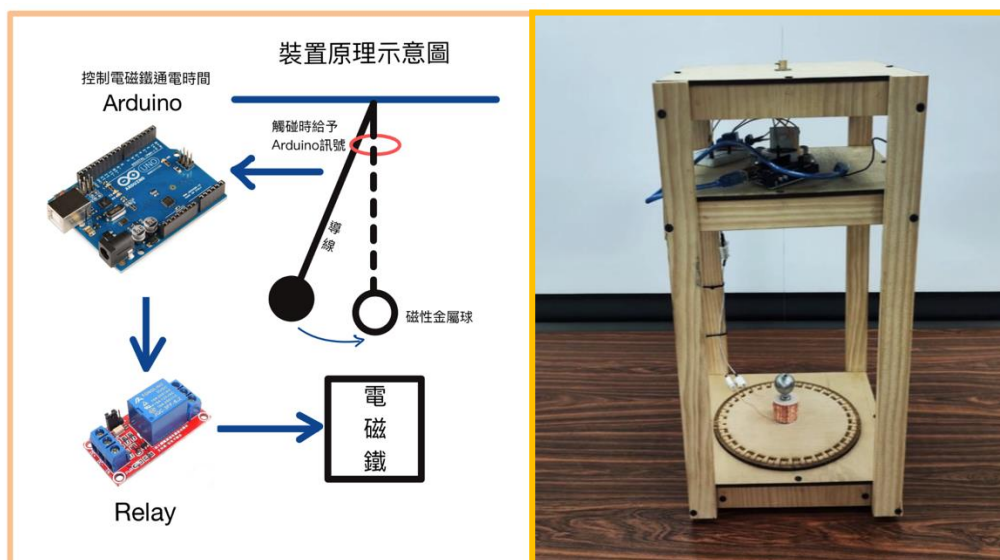


圖 1 桌上型傅科擺教具設計原理(左)與成品(右)

為避免傅科擺因阻力耗能而停止，特別設計一個限位環，在擺線接觸限位環墊片時，會觸發 Arduino 控制繼電器，啟動電磁鐵吸引鐵球，以補充其能量。我們還利用 3D 列印兩個可自由活動的同心圓器件，如圖 2 所示。旋轉螺絲可調整擺線在中心，使支點、擺線、擺錘及電磁鐵，皆在同一鉛直線上，並利用底座的螺絲調整刻度盤的水平，確保整個系統不受額外

作用力而侷限自由度。

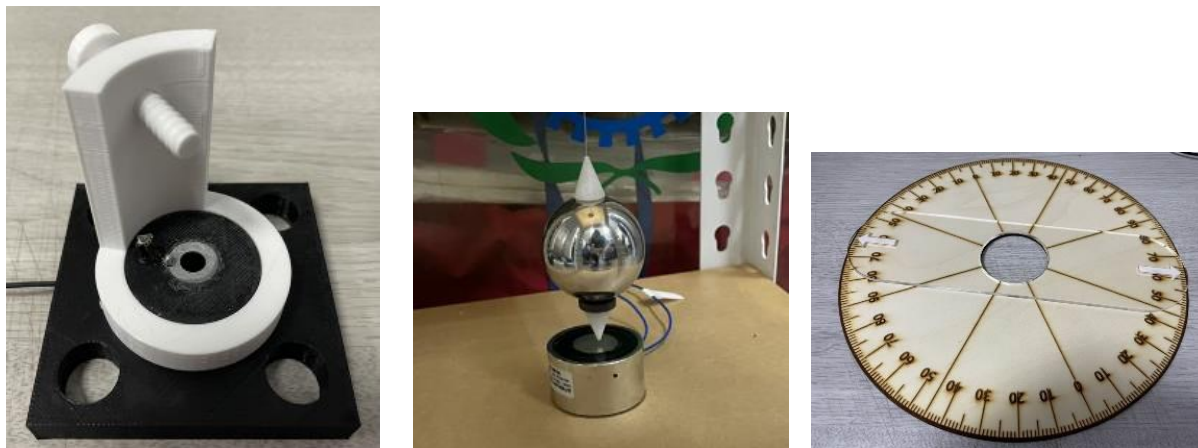


圖 2 左：限位環鐵、中：鐵球擺錘及電磁鐵、以及右：刻度盤

Arduino 控制電磁鐵的電路與 Scratch 程式如圖 3 所示，傅科擺的振盪頻率與電磁鐵的吸力頻率都是四分之一週期。學生可以當成一般單擺觀察，也可以俯視觀察。上方的 CCD 可連結電腦擷取軌跡的變化，記錄擺面旋轉與時間的關係，探究傅科擺擺面運動旋轉速度。

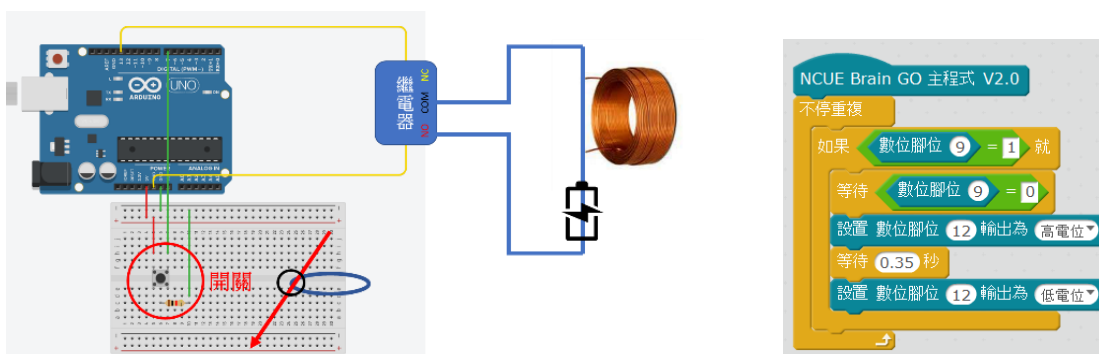


圖 3 Arduino 控制電磁鐵的電路與程式

### 三、結論

我們設計的桌上型傅科擺，便於攜帶，實用方便。製作材料取得容易，不須特製規格，利用簡單的零件便可組裝，降低了成本與複製再現的難度。除了方便進行課堂演示以及引導學生進行探究活動；老師也可運用桌上型傅科擺，以 STEM 教育開發跨領域的教材，設計一學期課程，融合物理學、地球科學，結合生活科技知能，發展跨領域的探究實作教學。

### 參考文獻：

1. D. B. Plewes, Magnetic monitoring of a small Foucault pendulum, 2018, REVIEW OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS 89, 065112.
2. Horacio R. Salva, Rubén E. Benavides, Julio C. Perez, and Diego J. Cuscucta, 2010, A Foucault's pendulum design, Sci. Instrum. 81, 115102.