

# 物理 Physics Search 搜查線

第17期

105年4月18日出刊



本期刊物電子檔

## COVER STORY

### 專案特搜 1

## 物理特色課程之 策略與實作

以科技議題評論為例 P.2

### 專案特搜2

## Arduino 在數位實驗的應用 P.8

## 專案特搜①



# 物理特色課程 之策略與實作 以科技議題評論為例

臺中市立中港高級中學 \ 王尊信老師

部落格：<http://trust-physics.blogspot.tw>

### 前言

一段有關107新課綱的虛擬對話

某資深老師：「所有的教改改來改去，都是教育部、校長、主任的陰謀，只要以不變應萬變，管他新課綱、舊課綱，我還是一本講義上到退休，學校也不能把我解聘~~」

信老師：「學校的確沒辦法把不按照課綱更新教材、教法的老師解聘或停聘。」

但是，如果不知道新課綱哪些舊教材已經刪掉，恐怕上課時學生睡覺、滑手機的情形會愈來愈嚴重。

我們先來模擬107新課綱實施以後，自然科老師會面臨的情形…

107課綱必修學分被大砍（從高一到高三，物理科必修只剩2學分）。

所以將來面對107新課綱，如果沒有辦法在課程發展委員會（以下簡稱課發會）搶得夠多的選修，又沒辦法在校訂必修開設相關特色課程。

恐怕要面對「課不夠」的窘境…」

某資深老師：「歐買尬…」

### 七個需要認識107課綱的徵兆

如果以下徵兆至少有1/2發生在你身上，但你還有十年以上才能退休，那麼，你最好及早認識107新課綱，並擬定必要的策略。

- 希望超鐘點兼課愈少愈好，最好只教基本鐘點。
- 上完課就走，與學生互動愈來愈少，每週互動時間少於3次。
- 學生上課不聽課、自己看書的人數愈來愈多。
- 每週會來問問題的學生（不包含請假）少於10個。
- 超過半年前就開始倒數下一個連續假期（寒、暑假）的旅遊計畫。
- 開始上銓敘部網站，試算還有幾年可以退休，所得替代率是多少。
- 固定時間買樂透，只要中頭獎就辦退休。

### 107課綱的鬆綁與挑戰

由教育部交由國家教育研究院辦理的107新課綱（參考資料1），對於學校而言是一項重大的鬆綁與挑戰；在普通型高中（就是一般學術導向的高中）的課綱裡面，必修學分由198學分大砍到180學分，這使得各校必須在107學年以前完



成校本特色課程之設計與試行；換言之，學校如果沒有在106學年的課發會完成校本特色課程的課程計畫審查，那107學年將注定成為無法實施新課綱的高中。因此，如果可以利用這次校本特色課程，完成建立學校特色與口碑，將會是教育改革以來最大的鬆綁，因為學校開的課不再受限

於教育部頒布的課綱，只要課發會通過審查，就可以自主開課，成為畢業學分。然而，要在107學年開發出適合的校本特色課程，對於長年以來只需要遵守課綱編寫講義的老師們，要設計出有趣又不淪為喧鬧的物理相關特色課程，實在也帶來不少的挑戰與壓力。



圖1 107新課綱的畢業學分種類

## 開設物理特色課程之準備與策略

### 1. 學校預計實施107新課綱的健康檢查

目前各校的特色課程開發情形可以分為三種（參考資料2）：

| 全部都還沒開始動的學校 |                                                                     |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|
| 學校現況        | 校長與教務主任未曾參加過任何107新課綱的研習與會議；老師對於107新課綱完全不清楚，對什麼是特色課程？什麼是多元選修？都還沒有概念。 |
| 處方箋         | 須立刻啟動機制，籌備召開臨時校務會議宣導107新課綱、成立課程小組、教師社群、延聘大學教授指導如何設計特色課程。            |
| 給老師的建議      | 先獨善其身，熟讀本文與相關參考資料，設計最簡單版的特色課程。                                      |
| 部分啟動的學校     |                                                                     |
| 學校現況        | 已經有少數特色課程或活動，但缺少整合各課程之學校願景課程地圖。                                     |
| 處方箋         | 盡快成立課程精緻、整合小組、教師社群、討論如何將既有課程轉化、整合為校本特色課程。                           |
| 給老師的建議      | 行有餘力兼善校內，或不妨試行成為拔尖(訓練資優學生)、扶弱(結合補救教學)、固本(成為本校特色)的其中一項輔助課程。          |
| 已經是特色課程典範學校 |                                                                     |
| 學校現況        | 已經實施特色課程三年以上，並屢屢獲獎。                                                 |
| 處方箋         | 建議將資料整理參加教學卓越獎，並輔導其他學校，逐步建立校本特色課程。                                  |
| 給老師的建議      | 加入該校教師社群，精益求精。                                                      |

## 2. 設計物理相關特色課程的6個原則

- 易上手（老師、學生不須事前繁複準備）。
- 容易複製（不須個人口條、魅力、特殊才能）。
- 成為叫好又叫座的課程（開放電腦選課的秒殺課程）。
- 高階學習目標（合作學習、表達、論文讀寫…）。
- 受限於超出課綱、進度太趕，無法教授的內容（實作、科學素養…）。
- 有彈性的配套（有2個以上的授課教師，請假、調、代課不會被綁死）。

目前的創新教學很多，動手做（結合maker、減廢減量、生活實用物理…）、數位教材（Youtube、維基百科、TED、可汗學院、均

一教育平台…）等等不勝枚舉，但是大部分的研習或會議，參加時很容易就被感染到熱血的氛圍；一旦回到學校，看到學生們趴在桌子上，這種熱血就會瞬間被澆熄，只盼望下課鐘聲快點響，盡速逃離教室。為何每次都會有如此巨大的落差？這是因為這些熱血的研習與會議有太多的隱藏版變因，以及許許多多的技術沒被說出，所以自然無法複製到自己的課堂上。

沒有辦法複製的特色課程，就是不實用的特色課程，欣賞欣賞就好；因此，有用的特色課程需要有上述6個原則，下面我們選定「科學議題評論」作為主題。

## 物理特色課程實作－科學議題評論（3週簡例）

### 1.課程計畫簡表：（國立彰化師大林國楨教授指導，參考資料3）

|                 |                                                                                                                       |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 學年              | 105-1                                                                                                                 |
| 科目名稱            | 科學議題評論                                                                                                                |
| 上課地點            | 物理實驗室                                                                                                                 |
| 開設年級 / 學期 / 學分數 | 高三 / 上學期 / 1學分                                                                                                        |
| 師資來源 / 任教老師群    | 內聘 / 自然老師1、自然老師2                                                                                                      |
| 先修課程 / 進階課程     | 無 / 科學議題微電影（將本單元之成果拍成微電影參加比賽）                                                                                         |
| 使用教材            | 自編教材                                                                                                                  |
| 課程理念            | 1.看懂科技新聞。（對應原則：易上手、容易複製）<br>2.學生能實際產出，放入備審資料。（對應原則：超越課綱）<br>3.訓練學生高階思考力、批判力、表達力。（對應原則：高階教育）<br>4.培養學生科學素養。（對應原則：超越課綱） |
| 教學目標            | 1.呼應學校願景<br>2.本校獨有特色<br>3.增進學生科學素養與表達能力<br>4.完成備審資料所需之專題研究                                                            |
| 教材大綱            | 第1週：課程介紹<br>第2週：科技新聞閱讀－重力波<br>第3週：科技議題評論寫作與發表                                                                         |



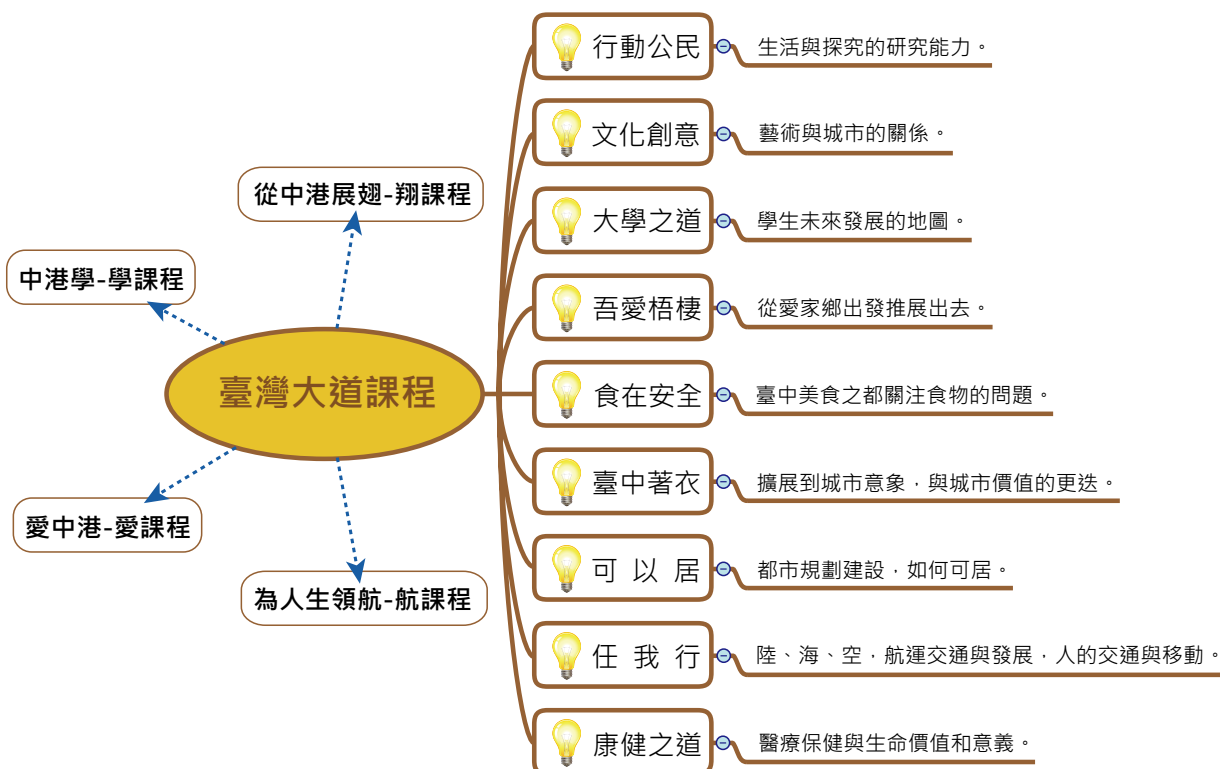
## 2.教案簡表：

### 第1週：課程介紹

| 時間軸      | 單元名稱    | 教學活動                                               | 所需器材       | 能力指標      |
|----------|---------|----------------------------------------------------|------------|-----------|
| 第0~5分鐘   | 相見歡     | 點名、分組（異質分組）                                        |            |           |
| 第5~20分鐘  | 什麼是BRT？ | 回顧本校特色課程，介紹課程的設計理念與願景。（參考資料4）                      | 筆電、投影機、PPT | 歸屬感       |
| 第20~35分鐘 | 我們的小隊呼  | 1.小隊職位分工<br>2.發表各組小隊呼                              | 學習單        | 合作學習力、表達力 |
| 第35~45分鐘 | 今日我最棒   | 每個人一張紅色圓點小貼紙，將你心目中最棒的小隊呼貼上貼紙，第一名的小隊獲得+10分（不可貼自己小隊） | 小紅點貼紙      | 體驗力       |
| 第45~50分鐘 | 總結      | 總結活動，交代作業（完成學習單、拍照上傳）                              |            |           |

### 學習單一（節錄）

BRT特色課程回顧：我們是中港高中特色課程的一份子，你可以從圖上圈出我們的位置嗎？（不要圈錯喔，圈錯就好像叫錯女朋友名字一樣㗎喔~）



註：若欲詳細教案，請e-mail來信索取。

e-mail：wthwth@cgsh.tc.edu.tw

## 第2週：科技新聞閱讀－重力波

| 時間軸      | 單元名稱    | 教學活動                                                 | 所需器材       | 能力指標  |
|----------|---------|------------------------------------------------------|------------|-------|
| 第0~5分鐘   |         | 點名公布作業繳交成功 / 失敗之組別                                   |            |       |
| 第5~15分鐘  | 什麼是重力波？ | 影片欣賞：Science的影片，簡單介紹Science在科學界的影響力                  | 筆電、投影機、PPT | 願景力   |
| 第15~35分鐘 | 科技議題評論  | 小組長分配工作，完成各組的「重力波」議題評論（什麼是重力波？誰發現重力波？有什麼重要性？對人類的影響？） | 學習單        | 合作學習力 |
| 第35~45分鐘 | 壁報論文時間  | 請各組將完成之學習單以磁鐵黏貼在看板上，各組留下發表長接受讀者針對你們的壁報論文提出答辯         |            | 體驗力   |
| 第45~50分鐘 | 總結      | 總結活動，交代作業（準備PPT，小組仿TED完成6分鐘報告）                       |            |       |

### 學習單二（節錄）

#### 1. 重力波簡介

由搜尋到的重力波相關報導，我們可以使用6W研究法得知：

- 什麼是重力波？(what)
- 哪些人的貢獻與理論導致重力波的發現？(who)
- 發現重力波的時間？(when)
- 發現重力波的實驗裝置的地點在哪裡？(where)
- 如何發現重力波？實驗原理為何？(how)
- 我們為何要研究重力波？(why)

#### 2. 批判、反思與評論

- 事件的批判：網路上有人說：「重力波實驗花了大筆研究經費，只是滿足物理學家的好奇？」，說說你的看法。
- 反思：如果不研究重力波，那要幹嗎？
- 整體評論：對人類生活的影響與啟示。



### 第3週：科技議題評論寫作與發表

| 時間軸      | 單元名稱 | 教學活動                            | 所需器材       | 能力指標 |
|----------|------|---------------------------------|------------|------|
| 第0~5分鐘   |      | 點名                              |            |      |
| 第5~41分鐘  | 各組報告 | 各組上台報告（全組6分鐘，影片1分鐘，說明3分鐘，問答2分鐘） | 筆電、投影機、PPT | 表達力  |
| 第41~50分鐘 | 講評   | 總結活動，交代作業（請將各組報告的PPT上傳）         |            | 歸屬感  |

### 結論

有人說「教改像月亮，初一十五不一樣」。其實我們的學生也是每年不一樣，偶而有些學生程度好，學習態度又認真；但是也有整學期的物理課，都在「睡覺、發呆、看窗外」中度過的水昆兄（很混的學生）。所以特色課程，不妨想成是為這些差異化的學生（因為程度不好而聽不懂，但又剛好考進學校的學

生）而準備的教材。多花一點時間，想一想「什麼才是學生真正需要的？」（而不只是老師為了到校外宣講需要的），「我們想學生學到哪裡？」；也許有一天，這些科學的種子，在他們的心中萌芽，成長茁壯，那這一切的辛苦，就都值得了。

### 參考資料

- 1.國家教育研究院，十二年國教課綱草案 <http://www.naer.edu.tw>
- 2.臺北市立麗山高級中學教務主任藍偉瑩主任Facebook文章 <http://ppt.cc/XavdO>
- 3.國立彰化師大教研所林國楨教授 <http://ppt.cc/n70fl>
- 4.臺中市立中港高級中學，特色課程 <http://www.cgsh.tc.edu.tw>；特色課程網 <http://cgblue.cgsh.tc.edu.tw/wordpress/brt/>
- 5.臺北市立成功高級中學，特色課程—濟城護照 <http://saturn.cksh.tp.edu.tw/~web2/esite/data/user/esite/files/201308201538305.pdf>

## 專案特搜②



# Arduino 在數位實驗的應用

臺北市立和平高級中學 \ 沈忠信老師

### 前言

Arduino是一個屬於開放源碼的微處理控制器，外觀如圖1所示。微控制器又稱為單晶片，是將中央處理器、暫存器、計數器以及各種輸出輸入埠等都集結在一顆積體電路晶片上，與個人電腦中央處理器(CPU)單獨做成一顆積體電路的情況不同。它可以使用Arduino語言軟體結合電子元件及感測器感知外界環境訊息，進而可控制馬達、LED等裝置。現代生活中所使用的電器產品內部都有這些微控制器的身影，例如手機、電視機、電冰箱、汽車等，功能越是多的設備，其內部的微控制器也越複雜和精密。過去微控制器的開發使用是需要經過特別訓練的電子工程師才能從事勝任，Arduino開發團隊將艱深複雜的過程予以模組化、操控程式精簡化，並且將數位輸出輸入埠做成插槽接腳，全部做在比成人手掌還小的電路板上，目的是要使一般的藝術工作者只要經過簡單的學習就能夠很容易操控使用做出互動的裝置藝術。Arduino在發展過程開發出許多種不同功能型態的機板，我們選擇以適合初學者學習的Arduino UNO 為例，以下的內文都以Arduino統稱。



圖1 Arduino 實體照



## 以Arduino 為基礎的物理實驗

Arduino的微處理器的應用非常廣泛，是全世界「創客(Maker)」的首選，因為價格平實合理，這或許可以是高中實驗數位化的一個契機。

Arduino基本的操作模式是以一條USB線和個人電腦相連，透過電腦提供5伏特的電源就可使Arduino正常運作，同時也透過這條USB線進行雙向數據傳輸。我們從Arduino的官方網站下載Arduino驅動程式，經編寫Arduino控制程式及編譯後傳到Arduino上執行，設定完成的Arduino在擷取感測器的數據後會上傳到個人電腦做數據處理。最近兩年本校開設物理數位實驗的特色課程，以Arduino做為數據擷取器規劃設計了測量溫度、物體位置、電壓等的方法及內容，因為篇幅的限制，以下僅提供實驗設計及其結果供讀者參考，至於Arduino運用細節及控制程式部分容未來有機會再行說明。

### 1. 牛頓冷卻定律

將杯子倒滿熱水放在桌面上，熱水的熱量會散失到周遭環境，因而水的溫度會降低。在熱水冷卻過程中水溫的變化，早在牛頓時代就對此有相關的研究探討，認為水溫是依循數學指數衰減模式降溫。牛頓的冷卻定律是假設 $T_{env}$ 為環境的溫度， $T_0$ 為熱水起始溫度， $t$ 為時間， $\gamma$ 為冷卻係數。則水溫的變化為

$$T(t) = T_{env} + (T_0 - T_{env}) \exp(-\gamma t)$$

實驗設計是使用溫度感測器18B20，其在一 $-10^{\circ}\text{C}$ 到 $+85^{\circ}\text{C}$ 的範圍內精密度可達到 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，並且反應迅速，非常適合科學的量測需求。實驗過程是先將溫度感測器做好防水措施，浸入待測的熱水杯中，利用Arduino每隔50秒擷取溫度感測器的數據並傳至電腦儲存。最後再將電腦儲存的數據繪製出溫度對時間圖，如圖2所

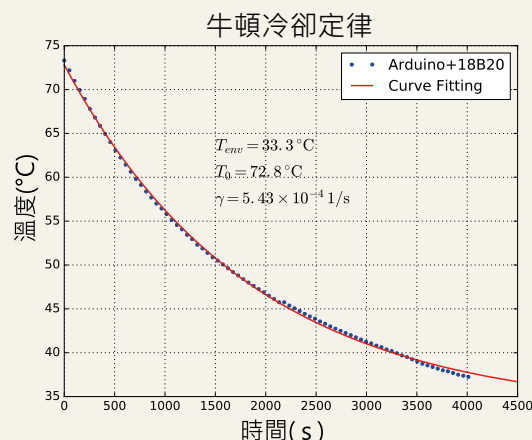


圖2 熱水冷卻溫度變化

示，經實驗數據擬合(Data fitting) 後得出 $T_{env} = 33.3^{\circ}\text{C}$ ， $T_0 = 72.8^{\circ}\text{C}$ ， $\gamma = 5.43 \times 10^{-4} \text{ 1/s}$ 。

我們可以以相同的方式長時間紀錄某地點的氣溫變化，或是驗證熱水遇冷後結冰速度比較快的「彭巴效應(Mpemba Effect)」。

### 2. 電容充放電

電阻( $R$ )與電容( $C$ )是電子電路最常見的基本元件，從能量的觀點上，電容可以儲存電能，電阻會消耗電能。將電容及電阻串聯，接上電池後測量電容的端電壓隨時間變化，目的是觀察電容充電、放電的過程。由電學的克希何夫(Kirchhoff)理論可推導出電容在放電過程為指數型的衰減

$$V(t) = V_0 \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$$

其中， $V_0$ 為起始電壓，電阻與電容乘積的倒數 $1/RC$ 稱為衰減常數。又Arduino類比訊號轉數位訊號(ADC)的解析度為10位元，即是將5伏特的電壓等分成1024等分，每一等分的精密度約為4.88毫伏特。

實驗中選取電阻 $R=10 \text{ k}\Omega$ ，及電容 $C=200 \mu\text{F}$ ，連接電路如圖3所示，利用Arduino每隔0.1秒擷取電容的端電壓。先對電容施予5伏特的直流電壓，當電容端電壓到達4.95伏特時，立即斷開直流電源，電容即開始放電。實驗數據經擬

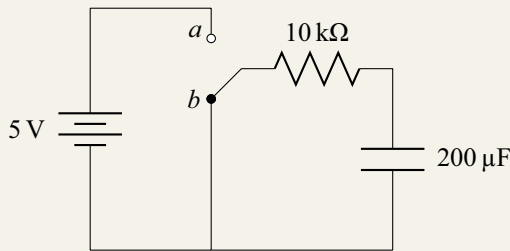


圖3 RC 線路圖

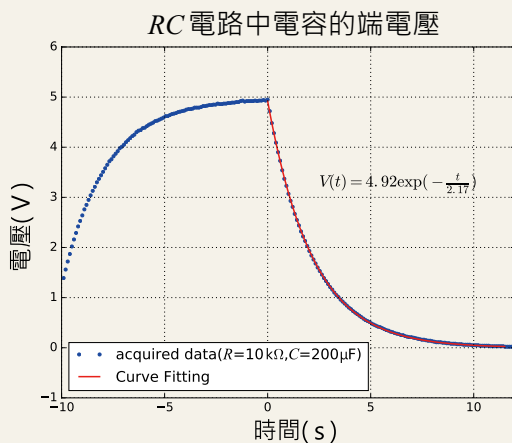


圖4 電容的充放電過程

合後如圖4所示，衰減常數的 $RC$ 值為 $2.17 \text{ 1/s}$ 與電阻、電容的標示值乘積( $10 \text{ k}\Omega \times 200 \text{ }\mu\text{F} = 2 \text{ 1/s}$ )非常吻合。

在此實驗設計的基礎上，我們可以進一步將能儲存磁能的電感( $L$ )納入，產生震盪電路，觀察能量在電場及磁場間轉換。

### 3. 法拉第的電磁感應定律

磁鐵在通過線圈時，如圖5所示，會在線圈上產生應電流。磁鐵通過線圈的速度越快，產生的應電流越大，連接在線圈上電阻的端電壓也會增加。實驗設計是準備口徑稍大於磁鐵柱面直徑的壓克力管讓磁鐵從中通過，並且將壓

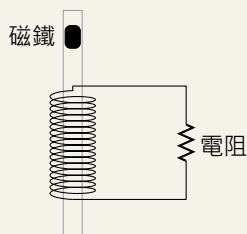


圖5 法拉第定律實驗裝置圖

克力管穿過線圈面，過程中固定磁鐵的磁極下落方向。根據電磁感應定律：磁鐵在進入線圈及離開線圈時有最大的磁通量變化，所以線圈上會產生應電流的峰值。

使用Arduino每隔1微秒擷取電阻的端電壓數據，所畫出的圖形如圖6所示。圖中的實驗結果表明：磁鐵通過線圈的時間約0.2秒，磁鐵在進出線圈的同時會引起電阻端電壓，並且出現方向相反的峰值。磁鐵自由落下通過線圈時的速度越快，所測量到的電壓會越大，所以磁鐵離開線圈時的峰值會比進入線圈時的大。另外，我們可以藉由此方法，推算出磁鐵通過線圈時的平均速度。

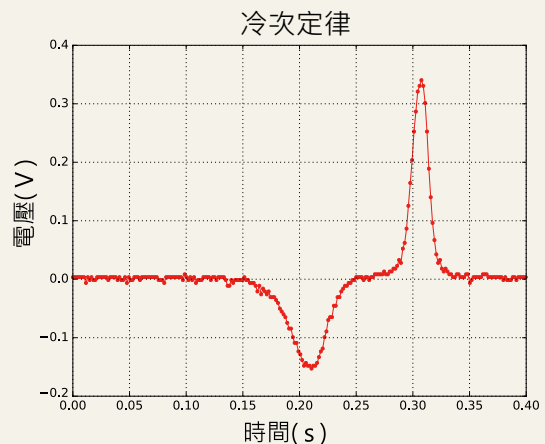


圖6 磁鐵通過線圈時的電壓變化

### 4. 彈簧振盪的簡諧運動

彈簧在彈性限度內的往復振動的模式，被稱作簡諧運動。因為彈簧的彈力屬於保守力，在力學能守恆定律的應用上及近代物理上都有重要的角色。所以，我們有必要對彈簧震盪的運動做深入討論。

超聲波測距感測器(HC-SR04)兼具有發出和接收超聲波的功能，當超聲波碰到障礙物會反射，返回的超聲波經感測器接收，再計算出超聲波發出與接收的時距與聲速的乘積，即可得出障礙物與感測器間距，HC-SR04感測器測量的有效距離約為2公分到4公尺，精密度可達0.3公分。實驗設計上是彈簧做垂直方向的簡諧運



動，儀器配置如圖7，使用超聲波測距感測器測量彈簧下端擺錘的距離變化。

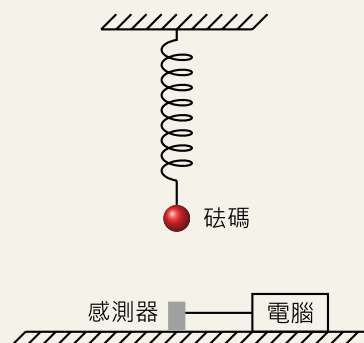


圖7 連結彈簧的砝碼作簡諧運動

Arduino微控制器每隔0.05秒擷取一次擺錘的位置，並且傳回電腦儲存分析。根據理論，簡諧運動物體的位移對時間是正弦函數的關係

$$x(t) = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T} + \varphi\right)$$

經實驗數據擬合分析，如圖8所示，簡諧運動的振動週期 $T = 1.52 \text{ s}$ ，振幅 $A = 10.52 \text{ cm}$ 。彈簧亦可加上適當的阻尼，觀察彈簧振幅衰減過程的變化。同樣地，我們也可將測量的對象改為斜面上的滑車等情況。

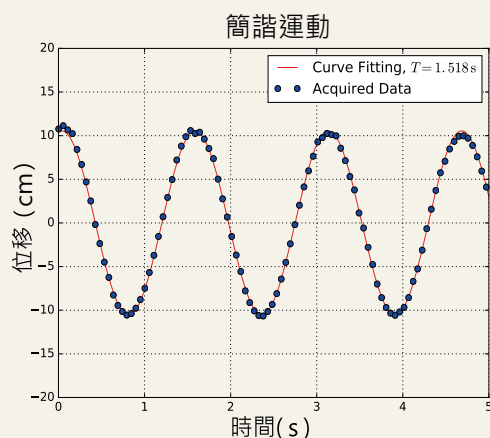


圖8 簡諧運動的砝碼位置變化

## 結論

便宜、操作簡單，只要稍稍具有基本的電子學知識就能使用的Arduino，最近數年在全球的創客界造成風潮，同時應用Arduino在科學、電子、機器人等相關創客領域中，也已經產生很多成功的案例。希望有朝一日臺灣能將Arduino整合到中學科學教育上，發展以Arduino為基礎的數位科學實驗，讓學生隨時都能自己動手設計實驗，培養做實驗能力以拓展探究科學的領域。

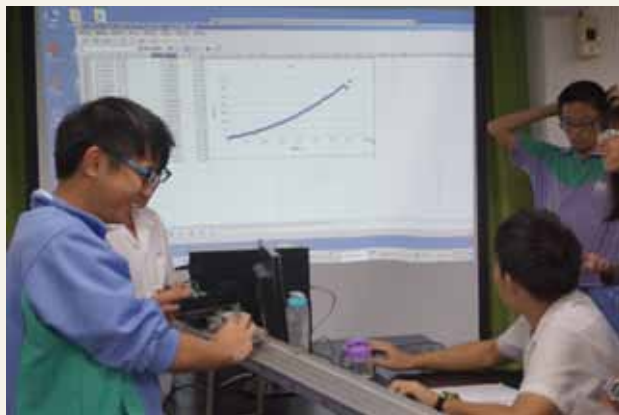


圖9 學生操作實況

## 參考資料

<http://arduino.cc>

## 圖片來源

圖1~9：筆者提供

# 知識創造力量

龍騰文化秉持「創新突破，追求卓越」的經營理念，出版發行品質優良的高中、高職教科書和參考書，更不斷致力於教學媒體的開發製作，配合科技潮流，提升教學品質及學習成效。「十年樹木，百年樹人」，龍騰肩負傳承與培育後進的神聖使命，三十多年來以最卓越的師資顧問群及編輯菁英，陪伴莘莘學子們一起追逐夢想，共創錦繡前程。

**有夢，有未來！**

**龍騰與您攜手築夢！！**

 龍騰文化

**尊重著作權，請勿觸法！**

抄襲、翻印等是觸法的行為，違反著作權法刑責6個月以上至5年以下移送檢方追訴〔公訴罪〕刑期。



# 2016 升級大改版 lungteng 5.0 龍騰官網

<http://www.lungteng.com.tw/>



## 產品總覽

### 三步驟／輕鬆選書

1. 點選產品總覽
2. 選擇科目
3. 瀏覽書籍介紹

## 教學資源

### 選擇科目／檔案下載

1. 點選教學資源
2. 選擇科目
3. 檔案下載



數位龍騰  
<http://goo.gl/lhe08G>

# @網打盡



國際級數位學習大匯集  
嚴選各學科資源，教學應用超豐富



一次搞定單字拼寫、聽力、字義與用法，  
讓單字永遠「黏」在大腦中！

# 單字強力教



適用於 iOS、Android



## 先聽懂—看圖辨音

模仿兒童學習語言的步驟，  
利用圖像概念培養單字聽力與發音。



## 通字義—字義測驗

透過中文解釋校準單字含意，  
加深單字理解。



## 學拼字—聽音拼字

依照單字的音節與音感掌握拼字原則，  
不必再硬背單字字母。



## 多應用—單字選填

藉由填空練習了解單字使用時機，  
延伸學習單字的各種變化。



## 串圖文—看圖拼字

連結腦中圖像與單字，看到生活事物  
就能立刻念出、寫出對應單字。



通過國家 數位學習品質認證  
『學習類應用程式』(102)字第102400001號



榮獲 APPLE 列入  
Apps for Learning推薦名單



<http://goo.gl/p2XDbJ>

# 康橋林口校區招生中 為孩子把握改變的機會

堅持，只為給孩子更好的未來！



CHOICE · CHANCE · CHANGE



林口康橋  
3D示意圖



康橋 KANG CHIAO BILINGUAL SCHOOL  
雙語學校

招生專線：  
(02)8195-2022

網路登記招生說明會後，  
本校將有專人與您聯繫。

<http://www.kcbs.ntpc.edu.tw>

