



成大通識課「應用物理與實驗」 的教學實踐與反思

報告人：許瑞榮*、陳昭敏、林政維、胡筆勝、徐旭政

成功大學物理系
成功大學科教中心

2021/07/09



摘要

2

在成功大學自然與工程科學領域的「應用物理與實驗」通識課程中，我們設計內容涵蓋了運動學、轉動、電學、磁學、光學與量子物理等6大知識面向的9個省錢又有趣的主題實驗，用以提升培養學生觀察紀錄與探索分析的科學思辨能力；並經由45個展演實驗，以及約500頁的物理發展史與原理說明的PPT，增加學生對基礎物理與科技發展的了解。

其中部分的課程是仿效美國Carl J. Wenning教授的探究實作教學流程來進行的。根據我們所修訂的六個層次：1.發現式學習、2.互動式演示、3.探究式課程、4.探究式實驗、5.假設性探究、6.實際應用，設計了我們的教學流程，以期培育選課的學生的科學素養。我們也建立了FB平台讓學生們繳交實驗結果與報告，以增進學生之間的互相觀摩的機會並促進教師與學生之間的互動。

在此報告中，我們除了分享教學成果之外，我們將以主題實驗五「一起來玩戰鬥陀螺-陀螺儀的原理與應用」為例，展現探究與實作模式的教學過程，供給各校觀摩。另外，我們也將分析並比較108-2與109-1“科學態度量表”的檢測結果，探討學生的科學態度的變化情形；同時也將以學生的回饋意見，呈現教學的成效與需要改進之處。最後是我們的省思與建議以及對未來的展望。





計畫目標

成功大學針對成功大學的另一大半學生族群，文、法、商、管，設計、社科等非理、工科學生，開設了通識課程「應用物理與實驗」。

1. 利用成大物理系普物實驗室與物理演示實驗室等優越的場域，**精進現有的實驗模組，開授具有探究與實作內涵的通識課程。**
2. 經由動手做實驗去了解物理學科的內涵，**體驗科學之美，增加他們未來與科技對話的機會。**
3. **認識自然科學的語言、思維模式與相關工具，以增進未來與理、工科出身的科技人合作的可能性，增強跨域能力。**
4. 在大學階段為那些遠離科學的公民，**補強現代公民所必須具備的科學素養。**



108-2 學生前、後測的心得



108-2 學生前、後測的心得

大部分的學生都說這一門課是有趣，又能學到知識，真正有收穫的通識課。

7XXX5

前測: 從高中就對物理有興趣，課程特色為可以讓沒有修普物的學生體驗物理，希望透過課程獲得實際操作與執行物理實驗

後測: 這個學期做了很多物理相關的實驗，因為自己以前高中念的是自然組，其實一直對物理都很有興趣，但因為大學最後念的是管理學院，變得很少接觸物理了，覺得很可惜，所以非常開心能修這門課讓我繼續接觸我非常喜歡的物理！

7XXX1

前測: 課程規定, 實驗課感覺不錯，課程特色為(可以做實驗, 沒有考試很棒)，希望透過課程獲得實驗科學上物理上的了解，有趣的科學, 而不是死死的文字資料。

後測: 謝謝老師與助教這學期的陪伴，好久沒遇到這麼無憂無慮又可以學習的課了

7XXX6

前測: 想做物理實驗 因為本系沒有，課程特色為動手做實驗，希望透過課程獲得實作的能力、了解實驗目的

後測: 難得在成大能修到輕鬆又能學到知識，真正有收穫的通識課

6XXX0

前測: 缺學分, 希望多碰物理，希望多碰實驗器材，課程特色為麻煩、累，希望透過課程獲得如何消除誤差, 如何寫論文

後測: 很棒的一堂課，沒有可以抱怨的地方。



7XXX3

前測: 高中的時候就是自然組的，對自然小有興趣，聽同學介紹這門課的實驗很有趣且不會很難懂。課程特色為因為室開給沒有修過物理實驗的同學上的，由高中的課程延伸，了解生活中基本的物理。希望透過課程獲得探索生活中的物理,主動了解相關科學知識

後測: 這堂課非常有趣，讓我們學到一些日常生活中的物理，當科學碰上生活就不會那麼的無趣，謝謝老師這個學期的用心講課，也很喜歡助教在旁邊隨時給我們幫助，這堂課我覺得上的很開心！

8XXX9

前測: 想要在通識課多學一些和本系課程有些不同的東西,嘗試接觸不同的領域,增加自己的視野. 課程特色為有比較基礎的物理觀念及實驗教學，希望透過課程獲得操作實驗,紀錄與分析數據，了解物理知識應用到生活的哪些層面,對於各種物理現象有更深入的认识

後測: 覺得能接觸到很多新的東西很有趣，同時也了解到了科學與日常生活的關連性。整體負擔並不會太重，能讓一些原本不專精於此的同學能有一些基礎的觀念。

7XXX5

前測: 覺得實驗應該蠻有趣的，課程特色為每一節課都能動手做實驗，希望透過課程獲得多認識生活中的物理知識

後測: 這節課輕鬆又愉快，還可以學到東西！很棒！一定會推薦給身邊的每個人的！

7XXX6

前測: 同學推薦, 加上自身對這門課非常感興趣(聽說會有很多實驗課)，課程特色為能夠親自動手做實驗, 了解物理原理，希望透過課程獲得對於物理至少有基本認識, 希望能夠通過一個個實驗了解物理奧秘, 提升自己在這方面的知識。

後測: 這門課讓我獲益許多，雖然教授有時候的講解不太清楚，但他讓我們操作的實驗非常有趣！我認為親手操作實驗比看書上的實驗有趣多了，希望下學期還能抽到類似的通識課！

7XXX1

前測: 做實驗, 同學推薦; 想實作, 運用物理理論, 觀察結論, 因為原科系與物理相差很大 沒機會接觸物理相關課程;

後測: 這學期跟著老師一起實際動手做了許多實驗，也藉由老師上課的講解和報告去更了解各個實驗的觀念及理論，我認為受益良多。

印象最深刻的一位：

6XXX8

衝著這位法律系學生的回饋，應用物理與實驗這門課就值得繼續開下去，團隊也會繼續努力精進課程內容。

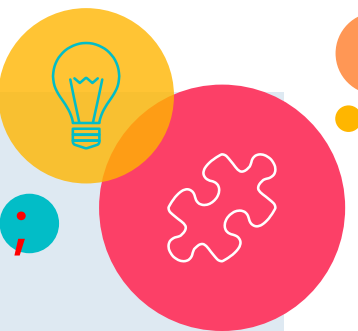
前測: 想接觸不同領域的老師, 課程,事務 因為本身是一類組的, 若不特別去接觸, 根本不會有機會, 課程特色為物理生活化 在生活中發現物理, 希望透過課程獲得對生活中的科學更加的敏銳

後測: 為什麼會選擇這堂課, 最主要的原因就是, 因為我是一類組的學生, 現在的課系是法律系, 也就代表, 我已經很久沒有機會可以接觸到相關理科的課目或是資訊等等, 更不用說未來了。但也不想從此與理科無關, 仍會對一些理科相關的課普、新知、應用有興趣, 但絕對不是要認真來上課、研究, 不然我幹嘛去選一類。這堂課就是剛好符合全部我的意願和需求, 所以我就來選了。上完一學期後, 真心覺得這類型的通識, 真的很棒, 很適合非理科的學生來接觸很久沒有辦法接觸的事物, 而我覺得, 也因著老師和助教的認真, 這門課是充實的。謝謝老師、助教, 而這堂課真的有很大的意義, 對於需要的學生。





-對課程的建議：



少部分的學生希望：內容分量偏多；可再簡單一些；少講一些原理；不要拖延到下課時間；線上課程效果不好。

76087

前測: 同學上學期有修過算推薦，加上上學期修的實驗課不算非常非常有挑戰性，所有想改選看看其他課程。課程特色為做實驗，希望透過課程獲得學到較專業的科學知識，不期不待 不受傷害

後測: 線上課程的影片品質不太好，另外可能是因為疫情加上課程的安排，一學期橫跨普通物理的所有內容有點太多，後來實體課程因為進度關係也時常會晚下課，或許可以適當壓縮部分課程。

81394

前測: 想要跨越不同領域，整天跟那些莊子孟子在一起很無聊，課程特色為根據網路上描述為相當基礎，給文組入門接觸的課程，希望透過課程獲得物理實驗的經驗，希望能有機會跟我本科專業結合、簡單物理知識

後測: 我覺得阿，盡量可以在課堂上全部完成，作業不要有，因為這東西好麻煩，另外期末報告可以給多一點方向，題目找好久都找不到適合的，有點頭痛。

75021

前測: 想做實驗，想學習時做的課程，也想嘗試不同跨域的課程，課程特色為能認識更多於科學相關的內容，也能動手實作不同的實驗，希望透過課程獲得學習到很多的科學常識以及生活上科學的運用

後測: 助教都很棒，每次我們組都有很多疑問助教和老師都會幫我們回答～但希望不要那麼深奧的東西 對商科學生來說有點難

71168

前測: 高中喜歡做實驗，名字聽起來很有趣 想學跟設計相差較大的課

後測: 原理部分有點無聊 實在聽不下去 哈哈 另外我覺得 線上課程真的很不優 還有有時候需要考慮一下我們會有的環境再安排實驗作業會更好 :) 辛苦了

109-1 學生心得





109-1 學生修課的心得

本課程廣獲非理工科的學生肯定，說這一門課是有趣，又能學到知識，真正有收穫的通識課，但仍有部分內容偏難、分量偏多，拖延到下課時間的問題。

6XXX1管理學院

這學期初選擇這堂課一開始的動機是想做做看物理實驗，因為四年都在管理學院，做實驗的機會基本是零，高中的時候因為課程緊湊，也幾乎沒有做過實驗，只有簡單的靜力平衡和滑車打點實驗，因此趁著在成大的最後一年來體驗一下物理實驗。

一開始聽老師講一整大段的物理原理和公式，是真的很吃力，尤其高中的時候物理也不是學得很好的科目，看著PPT上各種代號和符號，真的像在看天書，但自己做過實驗之後，帶入實驗數據驗證，就覺得親切了許多，雖然計算的部分還是讓人瞬間想放棄，但當看到自己組的數據圖和老師給的相似，真的感受到了滿滿的成就感。

....

6XXX5規劃設計學院

上完一學期的課，跟當初選課時所有的緊張相去甚遠，本來以為這會是一堂很硬的實驗課，需要做一大堆報告或是一大堆實驗，其實不然，整個上課模式很輕鬆，能夠先經由老師講解有初步的背景知識，再經由有趣的實驗將剛才的知識加以應用，其中最有印象的實驗便是戰鬥陀螺的實驗，特別是讓人熱血沸騰的競賽讓大家更能參與其中，本來在家測試的時候，我們的陀螺都蠻穩定的，但比賽時因為發射器的不穩定導致很早就輸了，覺得很可惜。

8XXX1社科學院

上完這學期的課程以後，某些高中的物理知識被重新喚醒了，雖然高中沒有很喜歡物理，但在這三個多月，完全沒有高中時學習物理那樣痛苦，比起高中死板的教學，老師教我們更多的是實際上的應用和操作，利用一些基本物理知識，經過實驗驗證以前物理學家提出的理論和定律，我覺得這是一堂非常有趣且有用的物理實驗課，最讓我印象深刻的是那個手機的app(phyphox),學到了如何用手机也可以做實驗與測量數據，最後謝謝老師和助教辛苦的準備課程實驗和講義！

8XXX4(醫學院職能治療系)

...另一方面是對於這堂課的第一印象，聽到教授說每個實驗結束之後都要寫實驗報告，還有期中要交出小論文，這兩件事情聽起來都不算是太有趣的事情，但是因為班上的同學也有修這堂課程，在他們的勸說之下，我也就硬著頭皮努力聽聽看我能否消化課程內容。還記得第一堂課是教相機的原理，這讓愛好攝影的我大大的產生興趣，並且幫助我更清楚單眼成像背後的原理為何。漸漸的我發現這堂課程的用心之處，課程設計著重在生活上的應用，透過結合生活中的科學來告訴我們這些現象背後的物理原理，雖然講解過程有些艱澀難懂，但這讓我發現原來物理即是生活的一部分，在之後每一次拿起相機拍照、和朋友玩陀螺、使用電磁爐煮火鍋，甚至是看著午後灑落草地的陽光，都會讓我不斷地想起在這堂課中所做的有趣實驗，我想，這就是我在這堂課程中最寶貴的收穫。真的非常感謝教授以及助教的教導與付出，顛覆我對於物理的印象，讓物理透過實驗變得豐富且有趣。

文學院五位選課學生的心得報告

8XXX2(外文系二年級，學期成績全班最高分)

回想最初選擇這門課的原因其實很簡單：缺這方面的通識學分且不排除動手做實驗。上網查了查課程評價後覺得還可以接受就選了，...我覺得自己跨出舒適圈去嘗試了自己並不那麼擅長的事物。...

儘管我們的組別曾經因為實驗誤差與其他組別相差太大而被排除在數據之外，這也讓我們養成了細心謹慎的實驗態度。在之後的實驗中，只要有任意的不了解和不確定，我們一定第一時間舉手發問。非常感謝老師和政維助教一學期以來的悉心教導與幫助，尤其是政維助教不厭其煩的解說、從旁協助和鼓勵。...

我是個喜歡探索新知的人，在文學中，每讀一個作品就如同進入不同的世界中，我也疑惑過，究竟物理實驗也能否帶來如此新鮮、有趣的體驗？答案在經歷過一學期後自然而然的浮現出來：它能！從學期初的無感，到之後逐漸發展出的期待。我其實漸漸開始期待每周會做什麼實驗，又有什麼沒看過的物理實驗等著我們？上課的教室總被我比喻是個神奇百寶箱，各式各樣的實驗器材都有。曾經對於讀過三類組的我來說是既痛苦又熟悉的物理公式，搖身一變成不同的、好玩的實驗。這學期中我最喜歡的實驗是「用桌遊來學三用電表」，看著一個個的零件被我們組裝成一個個不同但都可以運作的電路，感到有趣的同時也覺得很有成就感！...

但整體來說，這學期的上課經驗令我很享受（除了期中的小論文地獄），之後我也會推薦學弟妹來上這堂課的！

8XXX2(外文系二年級)

高中是社會組的我其實根本把理科忘得一乾二淨，上課前都會有一點壓力，但第一堂課之後，我發現跟我想像的上課方式不一樣。沒有高中死板的觀念或是要死背，老師用實驗的方式讓我重新認識物理，讓我知道生活中有什麼是物理的應用。這堂課開給非理組科系真的是福音誼嗚嗚。我真的從沒想過可以再次接觸到物理，甚至慢慢覺得有趣。老師跟助教都人有夠好的，每次我都問一堆蠢問題但是助教還是很有耐心的回答我。印象最深刻應該是在教電的時候，我拼那個積木拼的超開心的，也重新複習了跟電有關的知識。還有寫小論文，雖然對我來說真的是超級難的，但我很努力寫出來了，也是一個難得的體驗。改裝陀螺也是一個很特別的體驗，第一次玩陀螺這麼認真哈哈。我們這組改裝到超級晚的，最後比賽上面直接脫落還可以拿第一名真是有夠扯。用一些日常的小東西讓我們去思考學習物理，正是這堂課吸引人的地方，讓理科白痴都可以覺得有趣好玩！如果要說可以給這堂課的建議，那就是一定要繼續開下去啊啊啊，沒有上過這麼好玩的物理課。每堂雖然不能翹課，但做實驗真的好好玩！也因為這堂課，認識了一些人，上課變得更加有趣。最後再次謝謝教授以及助教一學期的教導及幫助，辛苦了！

五位文學院學生的成績都在前標，且最高分是外文系二年級的學生。可見此一套課程內容，對非理工科學生是相當適用的，當然這幾位文學院的學生都是相當認真且用功的學生。



7XXX2(中文系三年級)

相較於單純紙上談兵的理論課程，我認為親自動手參與實作的實驗課程更能幫助我理解和記憶這些基礎的物理知識。這門課程除了讓我溫習了高中時曾經學過的內容外，我也學到過去不曾接觸過的新知，以及更深刻的理解了它背後的原理。

我認為從日常生活中常接觸到的相機作為課程切入點，是一個非常好的設計，難度既不會太高又貼近生活，能適度引起學生的興趣，也讓未來有意願學習相關攝影課程的我對於相機能有更深入的了解，也為未來的學習提前做了一些準備。

因為我在高中時就一直是文組，本來覺得這門課程的難度非常適合我這種對基礎物理一知半解的文科人，直到課程進行到了「垂直衝突球」小論文作業，這個部分的難度實在是有點超乎我的預料之外，也讓我再一次體會到高一時被物理作業支配的恐懼。但是其他部分的課程內容和難度都讓我非常適應，既能學到知識，也不會對本就繁忙的日常必修課程造成壓力。

說到作業就想到課堂上的學習單，希望未來學習單的問題能以引導式問答的方式進行設計，這樣學生們比較容易能抓到答題方向，也能更快速的理解老師希望我們在課程中學到的重要知識。

總的來說，在這門課的學習過程中，讓我一直是感到非常滿足的，因為課程內容會結合許多有趣的生活常識，也能很好的引起我的興趣，讓我不至於因為滿滿的公式和計算感到頭昏眼花，希望我未來在觀察各種生活中的現象時，能更好地應用這門應用物理的所學，也提醒我看事物時不只要觀察其表象，背後的原理也是非常值得探索的領域。

7XXX2(中文系三年級)

可以感受到老師的教學熱忱，也很努力地想要激發起大家對科學的興趣，不過在課程的某些方面，我覺得應該還有可以改進的空間：

- 1、希望學習單上的問題可以描述得更清楚、更具體一點，如果能夠提供引導性作答，提示一下回答的方向那就更好了。
- 2、還有時間分配的問題，前幾堂課都有拖到下課，老師可能在規劃課程內容時，就要先預留一些彈性時間（至少要有十分鐘），這樣做實驗時才不會太趕，..
- 3、最後是期中的小論文，我覺得對於文組生來說，一人一份小論文的負擔有點太重了，如果能改成一組一份的話可能更好，大家互相分工，感覺也會比較輕鬆。如果怕有人不做事的話，可以請同學另外附上分工表。

6XXX7文學院

當初在選課時，因為我發現課表上大部分已有的課程都是與文學及語言相關，覺得課程類型太過單一，所以在填選通識志願時就盡量選擇了平時不太會遇到的課程。也因為我以前時不時會看一些科學的雜誌和Discovery的科學節目，但有些理論不是太難理解，就是比較難在日常生活中實踐，所以當我在這門課的課程大綱看到「這是一門是專門為文學院、社科學院，管理學院以及規劃設計學院的學生所開授的科學探索通識課程」這句話，以及課程內容含有實驗操作時，當下便心動了。

上課前我對課程中「戰鬥陀螺改裝」的部分最感興趣，覺得這是一個結合理論、實證及競爭趣味的很棒的課程設計。而在上過課、將學習到的理論實際套用在操作時，我才發現，雖然要在沒有精確器材下做出與理論相符的結果有點困難(譬如:找到重量及大小都合適的改裝配件)，但這種不斷實驗、不斷改進的過程十分有趣，而當我發現理論預期的結果真的在實作中應證時，那種驚奇感更是我原先選課時沒有預料到的。

但這門課裡面也有一些我覺得理解起來比較困難的部分—主要出現於光譜的觀測。我想，可能是因為我不確定自己在測量儀器裡面看到的是不是正確的(因為每組同學看到的好像不太一樣)，再加上我原先就對光和折射相關的理論不是很熟悉，所以在操作這項實驗時會感到比較困惑。但很謝謝老師和助教一整個學期的協助和解說，可能因為我們這組都是從高中開始便一直待在文組的外文系學生，在理解科學方面的理論時會遇到較多困難和不足之處，但因為有老師和助教不厭其煩地特地為我們講解和檢驗實驗結果，我們才能順利地完成了這麼多實驗主題。這堂課對我來說是很特別的經驗，也是我這個文學院學生在大學生活裡第一次真正接觸了科學的相關課程，真的非常難忘。