

教育部教學實踐研究計畫成果報告
Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number：PMS107043

學門分類/Division：數理

執行期間/Funding Period：2018/8/1~2019/7/31

設計性研究式物理實驗
實驗物理學(三)、實驗物理學(四)

計畫主持人(Principal Investigator)：黃旭明

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：國立中山大學物理學系

繳交報告日期(Report Submission Date)：2019/08/26

設計性研究式物理實驗

1. 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

1.研究背景與動機

幾乎每一所大學的理工科系，在大一階段都會修普通物理實驗學。每間學校都有其作法，以本校為例，即課堂前，學生必須閱讀實驗操作手冊，在課堂上，則依序著實驗步驟進行「食譜式」的操作，課堂後，繳交一份實驗結果的報告，我們稱這一類的實驗課程叫「食譜式」的實驗課程。這樣的上課方式，管理容易、變數少，學生也能立即地瞭解各類「物理常數」的測量方法，但仔細去思考這類的上課模式，可以發現有其不健全之處。

我們可以發現「食譜式」的實驗課程雖然可以讓每位學生都得到初步的實驗結果，但由於操作步驟太過制式，使得學生常有數據作假，抄襲的情況發生。這樣的結果，只是讓學生得到字面上的科學知識，並無法實際提升現代國民科學素養，也無法有效得為學習專業知識做準備。即學生只學到科學知識與概念的理解（Product of science），卻缺乏科學探究能力的訓練（Process of science）和科學態度（Attitudes toward science）【1】，這都將影響之後在研究所階段的研究能力。更進一步說明，即「食譜式」的實驗課程，缺乏讓學生提出假設、設計實驗過程、推論實驗結果、以及反思批判思考的過程。

此外，「食譜式」的實驗課程在評分方式也有失標準。因為這類的實驗往往不是由教授親自指導，而是由研究生協助大學生進行實驗，再由大學生的結報進行成績的評比，這些的評分方式其實太過表面，我們並無法確定學生是否在該領域有傑出的表現，這些問題都來於師生的互動過少，評分的模式太過單一所致，這結果往往會讓有心於普通物理實驗的學生抱怨評分不公。

本人近年來承接本校大三的實驗學，發現即使到了高年級的課程，實驗課依舊是類似大一普通物理實驗的「食譜式」的實驗課程，但我認為這樣的學習方式的沒有成效的，致使我想改革本校的大三實驗學，並透過教學實踐研究的計畫，去觀察、反省實驗學改革之成效，並作後續的調整，最後是希望學生能透過實驗學的課程，真正學習到科學探究能力與正確的科學態度。

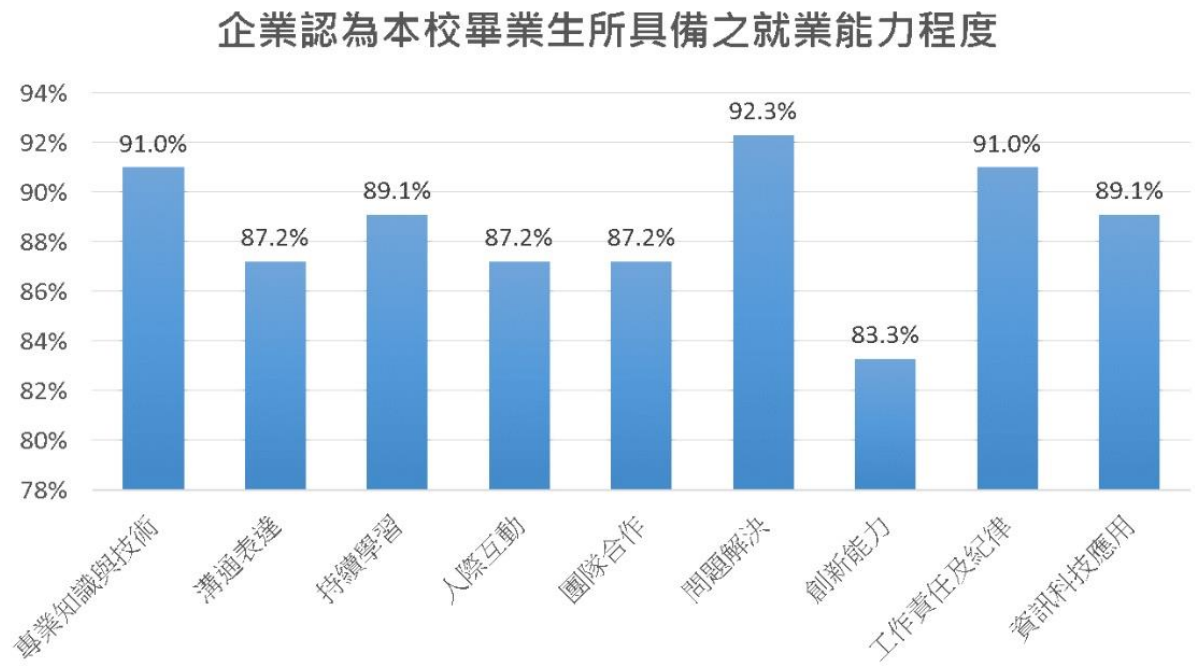
2.研究主題與目的

有鑑於本校的實驗學有諸多不利於發展專業知能的問題，本人參考國內外各大學改革實驗學的情況，安排了一系列的研究規劃。以中國復旦大學為例，他們的物理系實驗學分成四個層次，分別是：基礎性物理實驗、設計性探索式物理實驗、設計性探究式物理實驗、設計性研究式物理實驗。我們將仿照這樣的課程安排，但時程壓縮為一學年的時間實施，上學期，我們將進行基礎性物理實驗和探索式物理實驗，在下學期進行探究式物理實驗和研究式物理實驗。我們希望透過物理辯論和心得回饋，觀察學生的研究動機、探究能力和科學態度是否隨著不同的課程模式而提升。

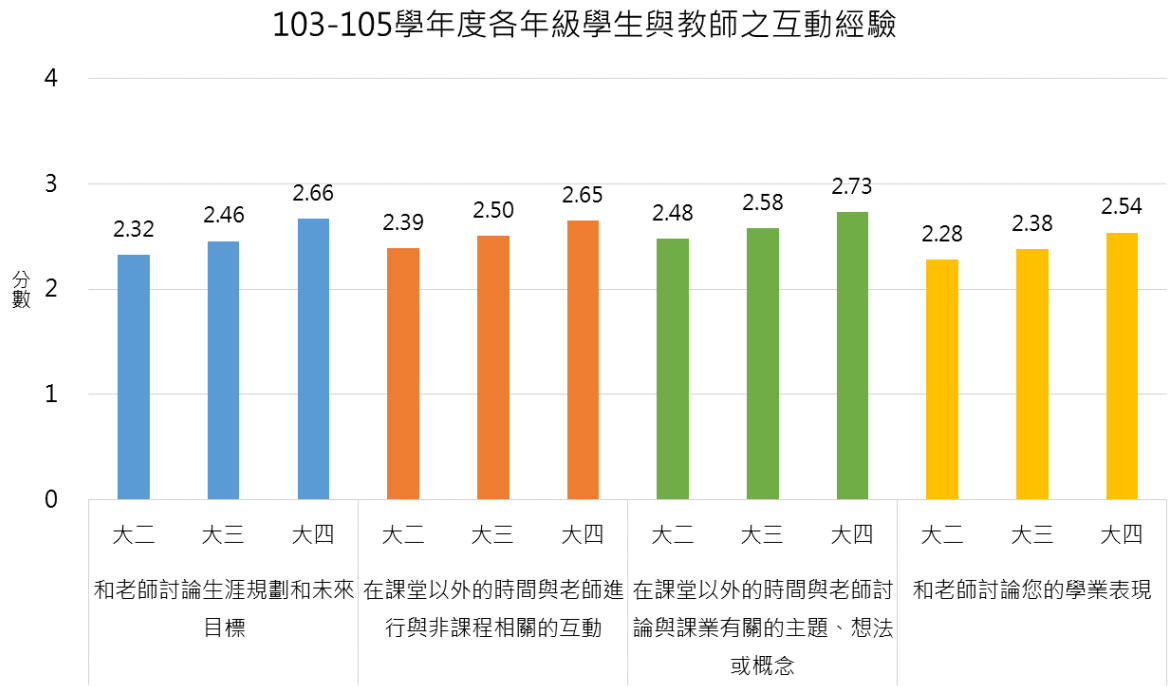
此外，本次的實驗學改革也針對本校高教深耕計畫做設計。本校近年來積極發展總結性課程與專業實務課程，這些課程都強調課程必須能讓學生學以致用，能有實務操作的經驗並與產業有所連結，

因此我們在實驗課程的規劃上，最後加入設計性研究式物理實驗，乃希望學生可以發揮想像力、探索自己有興趣的主題，透過先前的訓練，完成一個正式的學術壁報，並藉由成果發表會展現。

我們預期進行一項研究式物理實驗的課程，可以提升本科系學生的創新能力，以呼應本校「大學生學習成效評量(COLA)系統」統計資料中，企業對於本校學生在「創新能力」可再提升之需求，如表 1。



我們也預期這樣一個課程能提升師生之間的互動關係，改善本校學生與老師在討論有關課程的主題之互動經驗偏低的問題，如表 2。【2】



2. 文獻探討(Literature Review)

一、國內外物理實驗的教學現況

近年來，國內外有許多大學針對「食譜式」的實驗課程進行課程改革，「食譜式」的實驗課程即實驗前，教師或助教會說明實驗目的與方法，學生在依照制式的實驗步驟操作，得到數據後再進行簡單的誤差分析，但這樣的學習其實是被動的，並無法真正啟發學生對於科學的思辨與興趣。【3】

下列舉例國內外的物理實驗之教學現況以做為本次設計物理實驗之參考。國內部分，我們參考臺灣大學在 2009 年首次辦理的「臺大普通物理實驗創意實驗設計競賽活動」，此活動辦在下半學期，並有助教從旁協助構想實驗，提供相關物理知識，但不並參與整個實驗的操作，也明訂了可以借用的實驗器材與報帳作業。【4】這樣一個模式我們認為可以適用在我們下學期的研究式物理實驗中，學生可以借用課程中所使用過的儀器，也可以透過報帳作業購買他們所需之耗材，最後在以壁報的方式呈現學生的研究成果，並以競賽的方式挑選傑出的作品，這些作品甚至可以更進一步的寫成研究計畫，並代表本校參與大專學生研究計畫研究創作競賽。

國外部分，我們參考復旦大學物理系大三學生的選修課程-「設計性研究式物理實驗」。設計性研究式物理實驗特別之處在於學生必須在一些參考資料中，自行選擇實驗儀器、設計實驗步驟，觀察並記錄實驗現象和數據，最後對實驗結果進行分析和探究。復旦大學對於實驗記錄是非常講究的，該校規定進行每次的實驗都應該記錄想要解決的問題、所需的實驗儀器、具體的實驗步驟、實驗數據、分析整理和下一次實驗的規劃。【5】我們將參考復旦大學的實驗紀錄之規定，規定學生該如何正確填寫一份清楚的實驗記錄。

二、落實高等教育深耕計畫

高等教育深耕計畫可以說是邁向頂尖大學計畫的一種延續，但不同於邁向頂尖大學計畫，深耕計畫特別強調教學品質的改善。這其實呼應了「高等教育改革論壇：迎向大學的挑戰」中，各界對於高等教育資源優先目標中，最需關注的在於提升大專校院的教學品質（41%），這乃是檢討過去邁向頂尖大學計畫所產生的問題，即各大學為了爭取經費，而重研究、輕教學。【6】

中山大學本身在教學品質的改善有許多策略，其中特別強調在於推動總結性課程，落實學用合一。因此，此次的實驗課程之改革，希望能將原本制式化的實驗課，改革成「先學習、後創新」的課程模式，即上學期學習基本的實驗儀器之操作，下學期透過上學期所學的知識，設計一個有創意的實驗，並以學術壁報呈現實驗結果。此外，實驗課程之改革不單只有課程模式，還有課程內容。我們將替換多數現有的測量儀器，以 Labview 軟體結合 Arduino 取代，這乃是鑒於 21 世紀對於會寫軟體的人才之需求。

三、教學實踐研究的理論基礎

由於我們所規劃的實驗課程是有階段性的，我們認為這很適合進行教學實踐研究。教學實踐研究即行動研究，行動研究講究的是研究者要對自己的教學做觀察，瞭解自己所遭遇的實際問題，透過反思並訂下解決問題的方式，並從經驗中學習，是一段實際解決問題的歷程。因此，我們希望可以透過上學期的基礎實驗課程，瞭解學生的學習成效和師生的互動情況，以做為下學期的課程內容之依據，該給予學生多少實驗幫助？主題的難易度？研究範圍的廣度？都是我們需要先瞭解實際的教學現況再來訂定的。

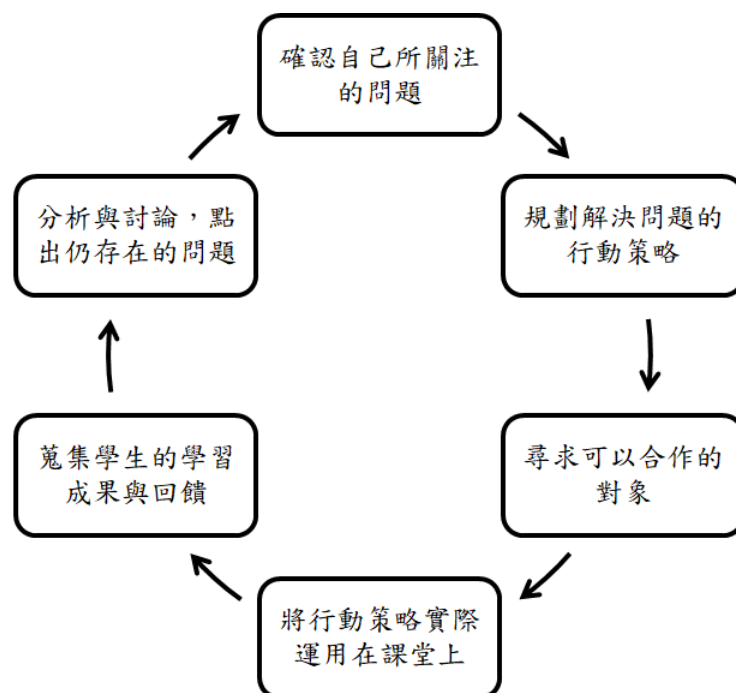
因此，我們要如何有效瞭解學生的學習成效和師生的互動情況在教學實踐研究中就顯得格外重要。我們參考「行動研究的理論與實踐」一文中，作者建議研究者必須不斷地做紀錄與保持登錄，即研究者最好保持每天做筆記的習慣，而筆記內容可以記錄下軼事資料、行程記錄資料、個人觀點、觀念澄清等，這些資料都可以用來定期回顧檢視行動歷程與結果。【7】其實這樣一個紀錄並不困難，我們可以藉由每週學生繳交的實驗報告，觀察課堂上學生的學習情況，來得知我們教學上的問題。這些問題的解決之道都將併入到下學期的研究式物理實驗。我們預期，學生在師生互動、批判思考與創新能力能有正面成長。

3. 研究方法(Research Methodology)

1.研究架構

在行動研究的理論與實踐一文中，說明了要進行一個教學實踐研究的首要工作是陳述自己所關注的問題，在確認自己所關注的問題之後，開始規劃可以解決問題的策略以及尋找可以合作的對象。而這些規劃出來的策略將實際運用在往後的課堂上，並透過蒐集學生的學習成果與回饋，驗證策略之成效。我們可以觀察出，一個教學實踐研究是一個持續性的研究過程，透過不斷的修正，以達到教學的最大成效。

教學實踐研究流程圖：



2.研究假設

本次的教學實踐研究配合著課程設計進行，我們蒐集上學期的實驗報告作為我們的參考組，以下學期的壁報發表作為我們的對照組，我們將比較學生在兩份報告中，「實驗目的」與「分析與討論」的內容。

我們預期下學期的「實驗目的」部分，學生將有更明確的陳述，學生清楚知道他們的實驗在做什麼，該操控什麼變數，這些都是「食譜式」的實驗課程無法達成的。在「分析與討論」的部分，我們預期學生的內容品質也將有所提升，由於學生著手的是自己所設計出來的實驗，關注的方向不同，所引發的實驗方向亦然不同，可避免學生抄襲的問題。

3.研究範圍

本次的教學實踐研究，我們所關注的問題在於傳統的「食譜式」的實驗課程會使學生常有抄襲、數據造假的情況發生，且學生在探討實驗誤差時，常以儀器誤差、測量誤差來說明實驗值與理論值的差異，這樣一個分析其實是表面的，並沒有實際去思考實驗的變數為何？這也是因為學生認為只要按照實驗手冊的操作步驟，就可以得到課本上的理論數值，而沒有深入去探究實驗過程中，可能影響實驗的因素。

如何避免學生抄襲、數據造假或做出膚淺的實驗分析的情況發生，成為我們課程改革的主要目標，而我們將從本校物理學系的實驗學三、四著手，並將研究階段分為四個時期，即實驗學三、四各分兩個階段。

在實驗學三的第一週的課堂上，我們會先將學生分成兩班，於兩個時段授課，每一班再分成八組，而這些組別將持續到實驗學四，並告知每位學生我們整年的實驗學之規劃，包含我們上學期我們在期末要繳交一份報告，下學期要進行一處物理辯論和壁報發表等。

第二週之後，我們將進行第一階段的實驗學，為期八週。這個階段的教學目標在於讓學生瞭解 Labview 的使用方式，這個階段的課程目的不在是啟發學生思考，而是讓學生瞭解我們如何利用 Labview 來控制我們的實驗儀器，進而得到實驗數據，所以課程內容會偏向介紹 Labview 中，各套件的使用方式、使用時機與使用限制，例如：瞭解布林 (Boolean) 元件的使用規則、比較 While 迴圈和 For 迴圈之差異、如何使用 Waveform Chart 和 Waveform Graph 繪圖、如何使用 Sub VI 進行模組化程式設計和檔案輸出等技巧。【8】

第二階段於上學期的期中考後實施，這階段我們試著讓學生利用前八週所學的 Labview 套件去控制現有的儀器，主要有光譜分析，二極體的 IV 曲線之比較等，並透過 Labview 來呈現實驗結果。這階段的結束會有一個實驗報告，內容為比較各光源的光譜或各類二極體的 IV 曲線，我們預期，學生在這份實驗報告中並不會有太多的探究內容。這份報告將作為我們教學實踐研究的參考組，待與下學期的成果發表做比較。

第三階段於下學期的期初開始，為期八週。這個階段我們將 Labview 結合 Arduino 去取代原本設計好的測量儀器，利用 Arduino 的感測器套件，並以 Labview 控制、分析與處理數據。

最後一個階段，在下學期的期中考後實施，我們希望學生可以自行尋找有興趣的題目（題目由兩班學生共同決定，方能進行後續的物理辯論），並利用過去所學的或是自學的 **Arduino** 套件配合 **Labview** 去控制、分析與處理數據而發展一個過去沒有做過的實驗，我們可以提供些許範例，例如歷屆 **IYPT** 的題目、「臺大普通物理實驗創意實驗設計競賽活動」的得獎作品讓學生做延伸性的實驗。

在下學期的期末之際，我們將舉行一連串的活動。首先，我們會先舉辦一場物理辯論，由相同題目的兩組同學上臺進行交叉辯論，分別提出他們的觀點和針對別人的實驗提出盲點。之後，我們將要求學生將實驗成果做成一張壁報，與物理年會的壁報發表形式類似，並於公共場合展示給其他非物理學系的師生閱覽。我們希望透過這些活動，來提升學生的表達能力，而且在透過討論的互動關係，讓學生真實瞭解自己實驗上的缺陷與盲點，更深入地探究整個實驗結果。我們相信都將使學生在進入業界中，有助於他們進行研發等工作。

4.研究對象

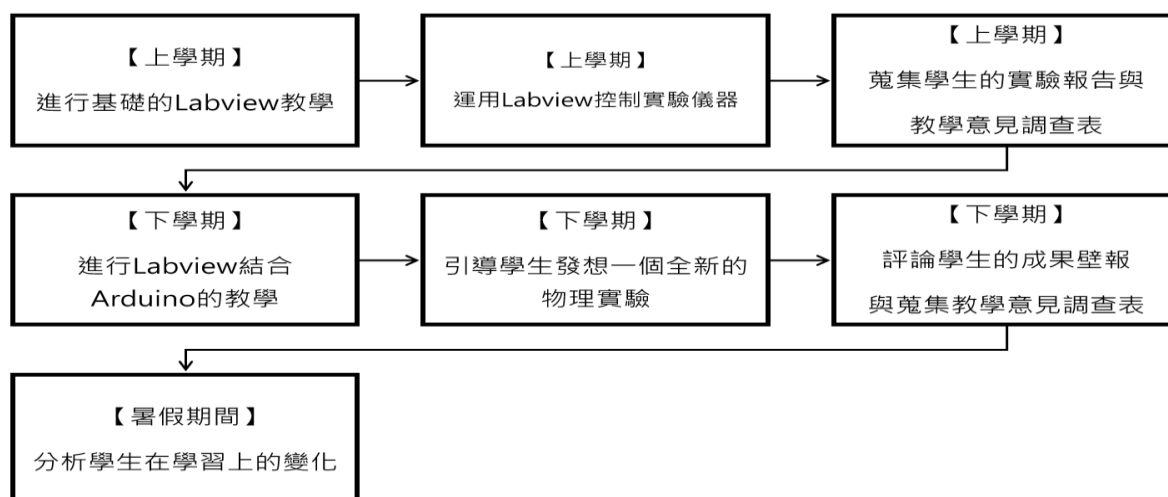
本次的教學實踐研究配合本校物理系三年級的必修課－「實驗學三、四」，這些學生在二年級已修畢「實驗學一、二」，不同的是，實驗學一、二主要是大一普通物理實驗的延伸，而實驗學三、四則偏向軟體學習與有關近代物理的實驗。

5.研究方法及工具

我們將透過教室觀察記錄、學生作品和自我省思雜記作為我們研究的參考數據。在教室觀察記錄的部分，我們將分別蒐集上下學期的教學意見調查表，並關注在「這門課能讓我達到表達與溝通能力」和「這門課能讓我達到探究與批判思考能力」等問題上，我們希望在這些問題中，「非常同意」的比例能有所增加。

至於學生作品和自我省思雜記的部分，我們希望透過這些內容來瞭解學生是否在分析與探索領域有所進步，即學生在分析實驗時，能避免「操作誤差」、「實驗誤差」等表面的字眼出現，取而代之的是深入瞭解實驗本身的缺陷，與未來能改善的地方。

6.實施程序



7. 資料處理與分析

我們將蒐集全班的教學意見調查表，並針對「這門課能讓我達到表達與溝通能力」和「這門課能讓我達到探究與批判思考能力」兩大問題，去統計「非常同意」、「同意」、「有點同意」、「普通」、「有點不同意」、「不同意」、「非常不同意」的比例與分析上下學期的差異。

另外，我們也將針對「這門課主要讓我達成哪些校基本素養與核心能力」做蒐集，我們想瞭解「表達與溝通能力」、「探究與批判思考能力」、「創造力」、「合作與領導能力」的達成人數有沒有因為上課方式的改變而有所增加。

在學生作品方面，我們將比較上下學期的報告中，「操作誤差」、「實驗誤差」等表面的字眼的出現機率是否有所降低。這些資料，都將佐證我們的論點：探究性研究式物理實驗能使學生學習到更深層的科學素養。

4. 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

1. 完成之教學成果

在學生在經歷一年的實驗學培訓後，有能力自己編輯一組 Labview 程式去控制他們所選定的 Arduino 套件來進行他們有興趣的題目，且在實驗結果的分析上面，能有更深入的探討，學術表達方面能亦有所長。

2. 達成之學生學習成效

透過我們對教學意見調查與學生作品的分析，這樣一個教學能讓學生學習到不只是科學知識與概念的理解，還有過去的實驗學所長期缺乏的，科學探究能力的訓練和科學態度的培養。

3. 教學成果公開發表分享之規劃

中山大學近年來積極推動教學改革，尤其在總結性課程方面，更是本校發展之重點。我們願意分享這次的教學實踐研究之結果，給予有意願嘗試開設新的總結性課程的教師一個範本與建議，讓這股風氣能夠延續。

4. 教學成果對教學社群可能產生之影響與貢獻

由於我們的研究式物理實驗的題目選材有來自歷屆 IYPT 的題目，若其他學校也有進行 IYPT 的實驗，我們便能進行一場跨校性的物理辯論，這有助於使各校物理學系的學生有一個交流的機會。另外，我們也可以挑選幾篇優秀的實驗成果，作為本系學生申請科技部大專生計畫的題目，讓實驗能夠更加完整，以爭取大專學生研究創作獎等榮譽。

一. 參考文獻(References)

- 【1】大學物理實驗教學的思維. 文/傅昭銘
- 【2】國立中山大學 高等教育深耕計 <http://c19.nsysu.edu.tw/bin/home.php>
- 【3】如何進行探究式教學? http://best-pdm.blogspot.tw/2007/04/blog-post_19.html
- 【 4 】 普 通 物 理 實 驗 創 意 實 驗 設 計 競 賽 活 動
<http://web.phys.ntu.edu.tw/gphyslab/cre-con/2010.html>
- 【5】复旦大学物理教学实验中心 Fudan Physics Teaching Lab
<http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php>
- 【6】高等教育深耕計畫 0712 說明會簡報
- 【7】行動研究的理論與實踐
- 【8】LabVIEW Pro <http://labviewpro.net/>

二. 附件(Appendix)

附件一:學生期中問卷調查結果

		從來也不	每周1-3次	每周4-6次	每天	
1.	請問您平常(包含課堂上)會與您的同學討論設計性實驗嗎?	2	33	6	1	
2.	請問您平常(包含課堂上)會與教師討論設計性實驗嗎?	3	34	4	1	
		不同意	稍微不同意	普通	稍微同意	同意
3.	期初的arduino教學，您認為對您有幫助嗎?	0	3	19	10	10
4.	您認為您過去有掌握好實驗進度嗎?	0	7	14	11	10
5.	您能掌握好接下來的實驗進度嗎?	0	2	6	22	12
6.	設計性實驗讓您感到無所適從嗎?	11	4	16	9	2
	目前為止，您仍認為設計性實驗對您有幫助嗎?	一開始就不同意	不同意	同意		
7.	目前為止，您仍認為設計性實驗對您有幫助嗎?	0	4	36		
		不同意	稍微不同意	普通	稍微同意	同意
8.	您會想回到類似大一普通物理實驗嗎?	0	1	2	1	0
9.	讓您覺得設計性實驗不適合物理學系的大三學生的原因是什麼?					
	大一就可以有設計實驗因為有高中基礎					
	我認為設計性實驗應放大一					
	個人覺得很難決定到底是否合適。大三期間的課程雖然比較少，但內容的複雜度和難度接提升，需要更多的時間來讀，而設計實驗在討論上也需要很多時間，因此有時但系上沒有開程式的課(大一大二必修跟通識也多，還沒有時間去修外系的課)呢就在沒有寫程式的基礎下，但實驗需要覺得有點吃力(也沒有電路的基礎)溪希望大衣，大我不確定是不是只有不適合我而已，但是對我的原因是自己從來沒有碰過code也沒有上過像樣的課，所以在這方面有很大的障礙。再來就更別提設計測量儀器了!					
	無法操作課本中的經典的實驗。					
	如果明年也要用設計性實驗，可能要換題目，不然明年的學生只要模仿學長姐的就行了。					
10.	您認為目前最需要的協助是什麼?					
	下個實驗室吉他絃的震動，可能需要儀器的幫助					
	規則和通知可以更快和統一，不然得到的資訊不同or太慢我們也不好做事。					
	無須協助					
	1. 幫我們建立一些寫code的邏輯 2. 實驗報告該有的分析能力					
	缺乏寫程式的能力，對電路和各種元件的認知不足，對遇到的問題提出合理的解決方法，只能自己加油了					
	最主要是有想法了，但是有些客製化的材料難以製作。程式碼的寫法，物理系在我們一、大二時幾乎沒有教學，導致有些困難入手。					
	希望能提供更多實驗設計概念或arduino程式教學					
	到目前為止不需要					
	需要更精密的儀器降低誤差					
	對於程式的設計我們所了解還很有限					
	基礎實驗目前遇到的問題應能自行解決，但如果是進階實驗可能需要3D列印方面的協助					
	實驗裝置不確定夠不夠好，可能有些bug或可能的誤差產生，可能需要協助排除。					
	我們實驗有很多想法可是最後都沒有得到我們想要的結果，想知道那些想法是可行或可以改善的，或是根本做不出來					
	程式編寫需要更多的知識，或許助教能一開始便提供範本並提供協助，再不然減少程式方面的使用					
	希望在Arduino的程式上有更多協助					
	繳交實驗日誌建議可以使用雲端					
	找不到適當材質					
	目前沒特別需要的部分					
	整體而言，沒有什麼太多的需要					
	如果以後要以真空進行降低空氣阻力，可能會有技術上的問題					
	和(轉動慣量)組討論如何修改程式，以減少程式誤差					
	在設計實驗的內容時，希望助教或教授給予更明確的指導					
	3列印報帳					
	3列印報帳					
	有些特定的例如程式編寫，對我來說相當陌生，可能需要多與助教討論					
	我覺得最主要是程式的問題，因為本來實驗課程要求自動化，要使用Arduino等，但不是所有同學都能有程式背景，而且網路上的資料對一般同學來說是難以解讀並靈活					
	我們這組比較多寫程式的需要，沒有基礎從頭摸索有點吃力					
	設計實驗的引導與目的不是過於清楚，所以一開始花了一堆時間了解要的結果與目標					
	唯一一位男性組員上課都在玩手機遊戲令人困擾					
	無法與組員有效率分工合作					
	遇到問題時無法得到有效的協助					
	減少需自製器材的項目 or 增加3D Printer台數					
	適合實驗的環境，EX:本組需要較安靜的環境 (督普勒效應)					
	試過很多方法，但還是無法製作出有效測量數據的儀器					
	有些器材不知道要從何取得，對Arduino運用較不熟悉					
	一些延伸想法的提供					
	我們組是示波器，很多時候不太清楚程式問題出在哪裡，有點鬼打牆的感覺，所以可能需要多一點程式方面的提示指引					

附件一:學生期末問卷調查結果

	從來也不	每周1-3	每周4-6	每天	
1.請問您平常(包含課堂上)會與您的組員討論實驗學三的課程內容嗎？	1		16	3	
2.請問您平常(包含課堂上)會與教授或助教討論實驗學三的課程內容嗎？	2	1	17	1	
	不同意	務不同意	普通	稍微同意	同意
3. 您有達到預期的實驗目標嗎？	3		3	3	8
4.設計性實驗讓您受益良多嗎？	4			4	13
5.設計性實驗跟您一開始預期的一樣嗎？	5		2	6	10
6.整體而言，設計性實驗讓您感到無所適從嗎？	6		7	9	3
7.整體而言，您認為設計性實驗比較適合物理學系的大二學生嗎？	7		2	8	6
8.您會想回到類似普通物理實驗的食譜式實驗嗎？	8	1	7	9	1
9.您認為設計性實驗跟食譜式實驗何者對您幫助較大，為什麼？					
設計實驗更能使學生激發創意					
我認為兩者都重要，但前者稍微重要一點，在設計實驗時，我們會回想到食譜式實驗的經驗，要注意時度細節，這些都是要求經驗的，設計實驗則讓我們激發更多想像力與組員間討論，學到不少東西。					
食譜式實驗比較會知道自己在哪裡，畢竟我覺得設計性實驗可能有想法，卻會被器材的取得，知識和經驗的不足所限制。					
設計性實驗的幫助會比較大，能夠激發同學們思考的能力，但是如果真的要達到目的，除了一再討論，電腦程式之式的教學也是必要的。					
我認為要配合的是自己的知識量(即軟體熟練度，對於材料特性的熟知)，及組員的構成平衡性(如果大家對某些東西不熟，會嚴重影響實驗進度)					
設計性實驗的幫助會比較大，能夠激發同學們思考的能力，但是如果真的要達到目的，除了一再討論，電腦程式之式的教學也是必要的。					
設計性實驗，比較有去思考如何做實驗而非照著做實驗					
設計性實驗對未來研究所的幫助較大，因為碩博士的實驗得自己設計					
設計性實驗:這給了我們獨立思考，並互相合作的機會，相較於食譜式實驗，這樣的模式顯然更具激發性。					
設計；可以激發更多升入思考，學習其中的物理					
設計性實驗，不但可以學習到該有的知識，同時還能學到解決問題及團隊合作的能力					
設計性實驗較能激發自己去思考，但也相對的可能會疏忽到一些事					
設計性實驗幫助較大					
我的觀點和其中回饋相同					
能夠自主思考但需要花很多時間，然而主科目又很多所以，雖然覺得設計性實驗比較有幫助但時間安排上覺得不太好					
設計性實驗，因為食譜式實驗會有投機的感覺					
設計性實驗比較從食譜式實驗更需要自己解決問題，找尋答案，我覺得很有幫助。					
如果能學習更難的物理，會希望食譜式實驗(ex.電晶體之類固態物理)，但如果是學習自己動手組建，設計性實驗較有用					
設計性實驗，能較多的促進思考。					
設計性實驗，較能檢驗自己過去所學，且能試著自己去思考。					
10.對於本學期的設計性實驗，您認為需要改進的地方是什麼？					
有些必須的知識是以前沒有接觸過的，希望可以在這方面多給點幫助。					
實驗室可提供一些基本器材，才不用每節課發現器材不夠，還要再多花點時間去找、去買。					
我覺得有充裕的時間十分良好。					
目前為止都還可以。					
報帳規則應該更早公佈。					
實驗室室太聯。					
實驗室器材不夠，例如普通的支架.....等。					
沒有。					
可以提供一些較複雜，精密的儀器，例如電源供應器等.....因為我們在電池上花了不少錢。					
可能實驗目標要再訂清楚一點，若一開始走錯路，後面的實驗情況會不佳，像我們的實驗沒有理論值，會不知道我們做的數據合不合理(摩擦係數實驗)。					
我覺得以材料費有限的情況來講，對某些實驗不太能做出小誤差的結果，可能要專業器材輔助。					
程式的教學。					
希望能先讓學生認識電腦程式的邏輯與語法，再進一步要求實驗的設計。					
我認為做到最大的問題是程式方面，對於初學者的我們來說，有大概3週的時間在debug，我認為系上可以開一些軟體課，因為有時外系的課真的聽不到，雖然有聽說已經有開了，但又卡到必修課。對於理論轉為實作這方面，我們碰到的困難是馬達要如何選擇有					
也許題目可以新穎一些，畢竟目前的題目大都做過了，儘管可能有少數人有些生疏，不過有重複過的實驗難免有些缺乏新鮮感與積極性。					
可再多增加些實驗類別。					
實驗設備太差。					

	從來也不	每週1-3次	每週4-6次	每天	
1. 請問您平常(包含課堂上)會與您的組員討論實驗學二的課程內容嗎?	1	19	1	1	
2. 請問您平常(包含課堂上)會與教授或助教討論實驗學二的課程內容嗎?	4	16	0	2	
	不同意	稍微不同意	普通	稍微同意	同意
3. 您有達到預期的實驗目標嗎?	0	1	5	7	9
4. 設計性實驗讓您受益良多嗎?	0	0	3	9	10
5. 設計性實驗跟您一開始預期的一樣嗎?	0	2	5	11	4
6. 整體而言，設計性實驗讓您感到無所適從嗎?	4	8	77	3	0
7. 整體而言，您認為設計性實驗比較適合物理學系的大三學生嗎?	0	1	2	9	10
8. 您會想回到類似普通物理實驗的食譜式實驗嗎?	6	7	7	2	0

9. 您認為設計性實驗跟食譜式實驗何者對您幫助較大，為什麼？

設計性實驗，因為這樣才有挑戰性，而且對專題生或是想讀碩士的學生，設計性實驗幫助比較大

設計實驗，雖然什麼都要重頭開始，不過找資料靠自己把實驗做出來會比較有成就感，不過也會遇到很多挫折就是了。

設計系實驗。做專題跟以後做研究都不會有人給你食譜照著做

食譜式實驗固然有他的優點，不會讓學生不知道這個時候在幹嘛，而設計性實驗可以在實驗設計的時候與組員有很強大的腦力激盪，我很喜歡這樣的方式

設計性實驗照著步驟做未必了解背後的原理

設計實驗，因為有經過自己思考要怎麼做會比較瞭解實驗內容，而且因為是自己設計所以要去查更多資料，二在這個過程中就可以學到更多知識。食譜式就比較像是把既有已經確定的東西再做一次，設計實驗對我的幫助比較大。

設計性實驗幫助比較大，因為除了可以讓自己嘗試「組員」討論出來的方式，而非別人已經想好的東西，同時也可以看到很多其他組別各種很有巧思的設計，覺得很好~

我覺得要看什麼取向，設計性實驗礙於儀器很難做某些領域的物理實驗，但可以訓練學生從頭思考。食譜式的實驗卻可以保證學生至少對這個特定題目有一定熟悉。

設計是實驗幫助獨立思考，食譜式實驗幫助提供更好且精準的做法。我認為兩者該並存，訓練獨立思考日也有學習過前人的經驗。

設計性的能促進團隊溝通與解決問題的能力，感覺比較有影響力

可與食譜式折衷。因為我們還在學習培養實驗思結，若還需要學習程式碼，無法在短時間內就完成完整的實驗。

設計性實驗，可以從儀器開始進行構思，進行自己想要之實驗

設計性實驗，因為可以自己想方法來進行實驗，會比食譜式實驗按表操課來的好。

設計性。可以督促自己了解實驗中各個部分，更了解整個實驗。

設計性實驗能更多的提高思考激發我們的創意

了解自己在做什麼

設計實驗性，因為可以學會不同的方法

設計實驗，能動腦找資料

自己設計實驗步驟 比較清楚實驗目標 也能對實驗過程比較有印象

設記，腦袋有動到

食譜式實驗

10. 對於本學期的設計性實驗，您認為需要改進的地方是什麼？

不需要刻意結合Arduino，有些結合Arduino反而很奇怪

本組實驗有一部分對環境條件要求較高，例如裝置的快速移動跟沒有噪音，在教室無法達成。

好像每個組別的難易度差異有點大，我們這組不算難 不過我覺得轉動慣量那組看起來蠻難的(關於流體的轉動慣量那塊)

更制式化的規定實驗日誌格式；考慮實驗主題可發展性，更換某些主題。

希望可以適時得到一點方向或指導🙏

希望助教在知識上能多提供一點幫助，畢竟我們只是和能力還是有限，所以有時候還是需要幫助。

我覺得設計實驗的最低底線的目標要很明確，像是我們機械阻尼的部分就希望可以把它要做到三種阻尼振盪這個目標明確規範出來；以及我們進階實驗到底有沒有要訊號產生器及示波器是否也要自行做出讓我們自己設計

示波器這組寫太多程式

有更多相關技術教學(非實驗本身)的話應該更好。

沒意見

提供一些明確方向

在儀器方面思考不周，造成誤差太大，可以針對此改進

目前看來還好，但下個學年可能需要構思新的實驗，以免傳“族譜”的情況發生。

沒有

提供儀器上的協助

助教或教授可能要適時給予幫助 提供方向 才不會讓實驗停滯沒有進展

沒有