

### 【附件三】教育部教學實踐研究計畫成果報告格式(系統端上傳 PDF 檔)

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program (Cover Page)

計畫編號/Project Number：PGE107112

學門分類/Division：通識(含體育)

執行期間/Funding Period：2018/09/01 ~ 2019/08/31

## 導入探究與實作精神的物理通識課之成效研究

(物理之美/生活中的物理學)

計畫主持人(Principal Investigator)：朱慶琪

執行機構及系所(Institution/Department/Program)：中央大學物理學系

註明：

根據規定，成果報告應供立即查詢，然本報告涉及發表論文之資料，提請允許延後公開。

繳交報告日期(Report Submission Date)：108.9.20

## 壹、 研究動機與目的(Research Motive and Purpose)

### 一、 教學實踐研究計畫動機

近年來，我們公民的科學素養不足，屢屢成為大家茶餘飯後訕笑的話題，其中最為人詬病的莫過於新聞記者的播報品質，各種離譜的現象比比皆是。

如圖一所示記者錯把溫度計當作尺來量積雪深度，誤以為溫度刻度等於直尺公分刻度，常識不足、實作技能也不足。

雖然單單由少數記者的表現來斷定集體公民科學素養不足過於武斷，然而在公民參與各項公共議題上，我們也看到欠缺科學素養所展現的各種理盲與濫情現象，這些表現不僅令我們好奇：「明明在 PISA

或 TIMMS 等國際評比的表現上，我們的學生都名列前茅，為何落實到現實生活裡，卻似乎出現斷層？」許多人歸咎於新聞記者多半是非理工科系背景，因此缺乏科學素養是可被接受的，但是這樣的說法未免太過天真，難道在國去九年國民義務教育、以及即將要實施的十二年國民義務教育下，我們無法訓練出有科學素養的公民嗎？



圖一、插溫度計\_錯把刻度當高度量積雪深度

計畫主持人在大學任教，對於非理工科系學生學習科學的狀況有初步了解，一般而言，科學通識課是這群學生在離開大學前，最後接觸科學的機會，而與物理相關的「核心必修」通識課程有兩門，一為「物理之美」、一為「生活中的物理學」，前者以物理學的整體架構為出發點，從運動學、力學、熱力學、流體力學、電磁學、光學與近代物理的分類切入，介紹物理這門學科的現象與理論優美之處，主要的教材以「給未來總統的物理課 (Physics for the future president)」(Muller, 2008)為準；後者從生活中的現象出發，由各種生活現象切入，帶出現象背後的物理原理，教材則以「How things work」(Bloomfield, 2013)的架構來設計。

過去幾年來，教授這兩門課時我們遇到幾點困難 - 一、為非理工科系學生講述物理時，學生常感興趣缺缺，學習的狀況不佳，可能原因來自於先備知識的不足。第二、為了提高興趣與學習成效，我們引進了中大擅長的物理演示實驗，將各種抽象的物理概念具象化，雖然能夠引起同學們的興趣，但似乎僅止於提升興趣層次，想深入探討背後的原理以或引入科學探究的歷程，則相當困難。

因此在課堂上常見的情形是，當老師開始做實驗的時候，學生會展現高度的興趣，一旦開始講解原理或公式時，學生就回到興趣缺缺的狀態。計畫主持人開始教授這兩門課時，在教法上做了些改變，導入了討論、互動、操作、互相教導等學習模式，收到些許的成效。然而，計畫主持人不斷的思考，有沒有辦法讓這門課更好？讓學生有機會學到未來需要的能力？而不只是一門所謂通識營養學分？所以本研究的發想來自以下問題：因應未來，學生需要的能力是什麼？如何透過學習物理或科學來達到上述的目標？

如圖二所示，不論是 2015 年的統計，或 2020 年的預測，第一名都是複雜問題的解決能力(complex problem solving)，所謂的複雜問題，通常是因為跨領域導致，也就是說，未來人才是否具備跨領域的核心知識與技能來解決面臨的複雜問題，是未來人才競爭力的最重要的指標，這也呼應了十二年國民基本教育自然領域新開設的探究與實作課程的跨領域精神(教育部，2016)。2020 年的指標第二名是批判思考(critical thinking)能力，它的

順位從 2015 年的第四名上升到 2020 年的第二名，顯現具備高階思考能力是培育未來優秀人才的方向，也是我們在高等教育界，不容輕忽的問題。批判思考能力的相關論述，在 2. 文獻探討一節還會詳細說明。另外在前 10 名中的第三名，創造力(creativity)則位於 Bloom 認知層次表的最高階，也就是說，在訓練的學生具備理解、應用、分析、綜合、評價等高階的認知能力後，學生才有辦法提出創意的問題解決方案。

此外，美國的下一代科學教育標準(NGSS, next generation science standards)，也具體載明了所有學生都應具備的八項實作能力(NGSS Appendix F, 2013)，包括問問題及定義問題(Asking questions and defining problems)、發展及使用模型(Developing and using models)、擬定及執行計畫(Planning and carrying out investigations)、分析及詮釋數據(Analyzing and interpreting data)、使用數學跟資訊思考的能力(Using mathematics and computational thinking)、形成解釋、正確運用科學名詞符號或模型呈現自己和理解他人的探究過程與成果、運用適當的溝通工具呈現重要發現、與他人分享科學新知與想法，推廣個人或團隊的研究成果(Constructing explanations and designing solutions, Engaging in argument from evidence, Obtaining, evaluating and communicating information)，這些能力則與科學推理能力息息相關，原因如下，若以吳百興(2010)等人及 Zimmerman(2007)的定義來看，科學推理能力為「應用科學方法、原則去進行合理推論或是解決問題的歷程，強調透過產生、測試與修改假說等技巧的運用，讓學習者可以獲得知識並反思其改變。」因此與上述的 NGSS 的標準，或者未來人才需求的調查結果一致。

我們根據這些趨勢提出本計畫的研究問題：「如何透過學習物理(或科學)來達到上述的目標？」並且開設了導入探究於實作的精神的兩學期物理通識課給非理工科系學生修習，藉此培育學生具備未來人才所需要的核心能力。詳細的做法將在以下幾節說明。

## 二、教學實踐研究計畫主題及研究目的

本研究依據探究與實作(Inquiry and Practice)課程的脈絡與精神，以探究學習內容與實作學習內容的重點，來設計一學年開給非理工科系(non-STEM)大學生的通識物理課，期待透過實作(practice)的過程，訓練學生的科學推理(scientific reasoning)能力及批判思考能力。探究與實作的課程主旨即點出，「以實作的過程，培養學生發現問題、認識問題、問題解決，以及提出結論與表達溝通之能力，透過適當提問的主題探討和實作活動，引導學生體驗科學實踐的歷程，循序建構高層次獨立思考及團隊合作的能力，進而成為具有科學素養並能理性積極參與公眾決策的未來公民，以達適性揚才的教育目標。」(教育部，2016)

本研究將針對目前開設的兩門物理通識課：「物理之美」及「生活中的物理學」，將每學期 18 週的課程重新安排，引入 10 週的探究實作活動，針對新的教材教法，探討以下問題。研究題目為：

- A. 探究與實作的活動能否加強非理工科系學生的科學推理能力？
- B. 探究與實作的活動能否培養非理工科系學生的批判思考能力？

## Top 10 skills

### in 2020

1. Complex Problem Solving
2. Critical Thinking
3. Creativity
4. People Management
5. Coordinating with Others
6. Emotional Intelligence
7. Judgment and Decision Making
8. Service Orientation
9. Negotiation
10. Cognitive Flexibility

### in 2015

1. Complex Problem Solving
2. Coordinating with Others
3. People Management
4. Critical Thinking
5. Negotiation
6. Quality Control
7. Service Orientation
8. Judgment and Decision Making
9. Active Listening
10. Creativity



Source: Future of Jobs Report, World Economic Forum

圖二、未來人才所需的最重要技能

## 貳、 文獻探討(Literature Review)

本研究中所謂的科學推理，依照吳百興(2010)等人及 Zimmerman(2007)的定義來看，科學推理能力為「應用科學方法、原則去進行合理推論或是解決問題的歷程，強調透過產生、測試與修改假說等技巧的運用，讓學習者可以獲得知識並反思其改變。」，陳君婷& 余曉清(2010)也指出，探究學習與科學推理的關係，若以 Lawson(1978, 1988, 1992; Lawson, Alkhoury, Benford, Clark, & Falconer, 2000) 的科學推理測驗的分測驗來看，有守恆 (conservation) 概念、比例思考 (proportional thinking)、辨識與變數控制 (identification and control of variables)、機率思考 (probabilistic thinking)、相關性思考 (correlative thinking)、假設演繹 (hypothetic-deductive) 幾項，由這些定義來看，科學探究的過程中，科學推理扮演舉足輕重的角色，推理能力與探究能力幾乎密不可分，這也是我們嘗試利用探究的學習活動，試圖提升學生的科學推理能力的原因。

Moore & Rubbo (2012) 的研究則發現，非理工科系(non-STEM)的學生在科學推理的能力多半留在皮亞傑認知發展理論的具體操作期 (concrete operational) 或轉變期 (transitional)，也就是上文中的 Level 0 或 Low Level 1 但是理工科系(STEM)學生則可達到較高階的形式運思期(formal operational)，也就是上文中的 High Level 1 或 Level 2。非理工科系學生表現較弱的兩項推理能力，包括比例思考 (proportional thinking) 及假設演繹 (hypothetic-deductive)。至於推理能力科學與學科知識能力的相關研究分析則顯示，愈抽象或理論的科學概念、相關性愈高；愈具體的、描述性的概念，相關性愈低。而且愈抽象或理論的科學概念，即便在課堂上採用翻轉互動教學，也不一定能收到好的學習效果。這也暗示了，當我們只教學科知識時，科學推理能力是不會進步的，或者由此產生的另一種假設：培養科學推理能力，有機會與學科知識的傳授脫鉤，或者我們可以利用學科知識中、較具體的或描述性的概念，來輔助推理能力的訓練。

Ennis 指出(1993)：一般而言，批判思考能力對應的是 Bloom 的認知層次表(Bloom, *et al.*, 1956)中較高階的能力，包括分析(analysis)、綜合(synthesis)、評價(evaluation)，有時候也會把理解跟應用(comprehension and application)加進來，然而這樣的定義太模糊，且 Bloom 的認知層次並非有明確的階層(Hierarchical)關係，各項目標間並非總是階層的上下關係：綜合、評價時需要分析；分析時也會用到綜合即評價的能力。因此他提出以下表現，來定義何為批判思考：

- a. 能判斷資料來源的可靠性
- b. 能分辨結論、推理及假設的不同
- c. 能分辨論述的好壞、包括判斷其推理、假設及證據的可接受程度
- d. 對於議題能做到有效的攻防
- e. 藉提問來澄清問題
- f. 設計實驗並判斷設計的可行性
- g. 根據脈絡或情境定義相關條件
- h. 保持開放的思考
- i. 盡可能蒐集資訊
- j. 有把握時才做結論

這些指標中，許多都涵蓋在探究與實作的內容中，故本計畫的研究主題才會將探究與實作的精神及做法融入物理通識課，期能增進學生的推理及批判思考能力。

註：參考文獻詳見附件二

## 參、 研究方法(Research Methodology)

### 一、 研究說明

本研究採行動研究法，由研究者擔任授課教師，發展融入探究與實作精神的核心通識物理課，並評估此課程設計對於學生科學推理及批判思考能力的影響。授課對象為非理工科系大學生每學期約 60 人，來自文學院、管理學院、客家學院；由於客家學院的學生人數較少，在數據分析時我們將其併入性質較接近的文學院，因此在教學成果部分的文學院實際上含有部分客家學院學生。

主要探討問題為：

- I. 探究與實作的活動能否加強非理工科系學生的科學推理能力？
- II. 探究與實作的活動能否培養非理工科系學生的批判思考能力？

### 二、 研究步驟說明

#### (一)、 研究架構

如圖三，本研究首先從文獻探討並根據 106 學年通識課對大學生科學推理能力與批判思考能力的調查結果來進行課程設計，並且將研發的課程實施於 107 學年通識課(本研究的研究對象)，接著根據 1071 課程實施狀況進行課程修正，最後完成課程發展。

#### (二)、 研究假設

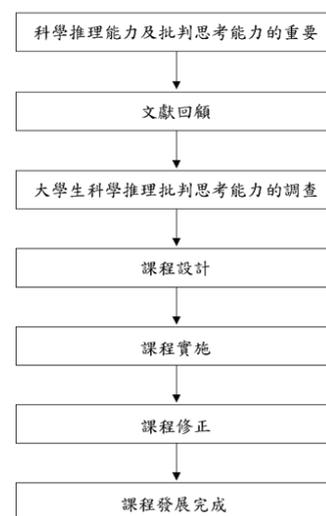
本研究假設透過探究與實作的課程設計，能提升非理工科系學生的科學推理及批判思考能力。Bao 等人(2009)發表在 Science 的研究顯示，在分析了 5,760 名大陸及美國的大學生在學科知識能力(力學與電磁學)及科學推理能力的表現後，發現他們在學科表現上雖然出現了明顯差距(大陸學生優於美國學生)，但是在科學推理能力的表現上，卻沒有顯著差異，換言之，我們有機會將科學推理能力的訓練與學科知識能力的培養分開處理，這份研究結果支持了我們的研究假設：導入探究與實作的通識物理課能有效提升學生的科學推理能力。

Schauble (1996) 指出，在進行科學探究的過程中，透過分析資料數據以提出科學主張或結論的過程，雖有助於因果關係的推論，但不代表該推論一定符合科學概念的正確性。也就是說，學習者在科學探究歷程中，要判斷推論是否符合因果關係容易，但要了解背後的科學機制卻是困難的，因為後者需要充實的學科知識來支持(Koslowski, 1996)。因此我們設定的學習目標中，關於科學推理能力的定義是針對一般領域(domain-general) 而非特定領域 (domain-specific)，也就是說不涉及特定的學科知識或操作技能，因此對於非理工科系的學生而言，不會因為缺乏物理的學科知識(這多半也是他們排斥物理學的主要原因)或實驗操作技能，而影響其科學推理能力的表現。在 E. 研究方法及工具一節，我們選擇工具的標準，也是以非特定領域適用的測驗工具為準，詳下文。

#### (三)、 研究範圍

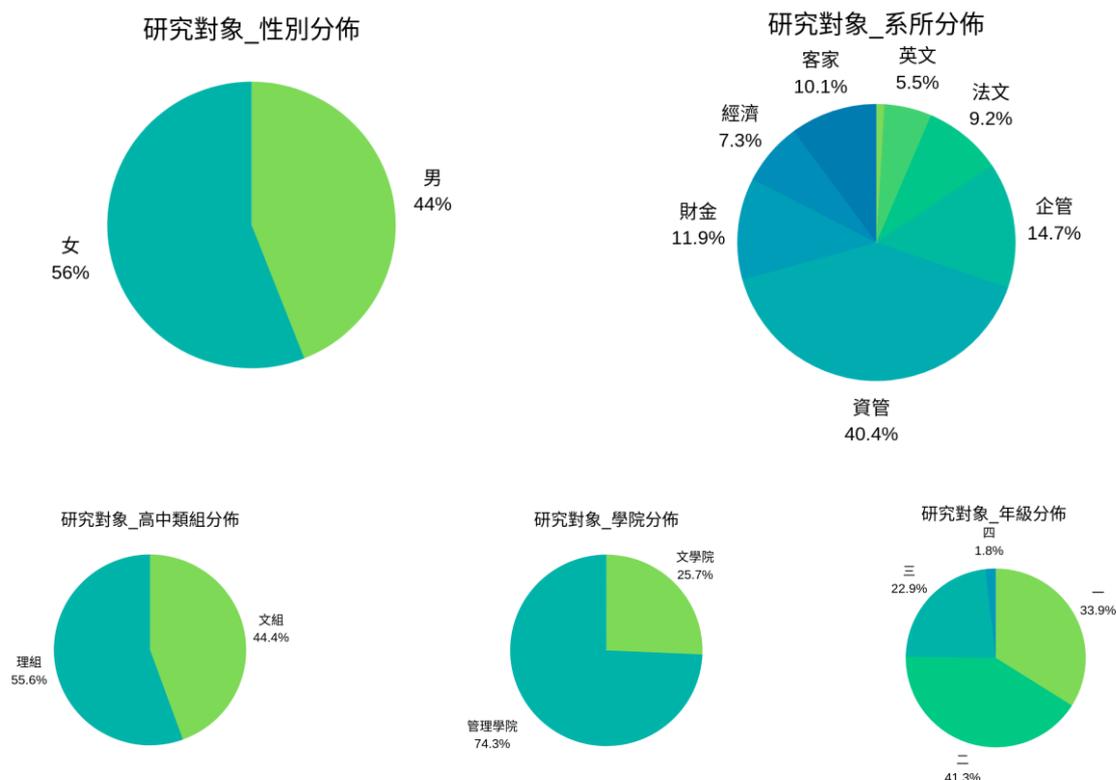
本計畫以十二年國民基本教育新課綱自然領域中「探究與實作」的課程精神，開設給非理工科系大學生的物理通識課，課程為一學年的規劃，107 年第一學期為「物理之美」，107 年第二學期為「生活中的物理學」，前者以物理的架構出發，探討物理學之美；後者以生活現象切入，了解背後的物理原理。每學期 18 週的課程中導入 10 週的實作單元，透過實作單元來訓練學生探究的能力。此 10 週的實作單元教材為全新設計。

研究流程圖



圖三、研究架構

本課程授課對象(教學實踐研究對象)為大學非理工科系學生(non-STEM undergraduates)，科系、年級、性別分布如下圖：



#### (四)、 研究方法及工具

本研究針對修習導入探究與實作活動的物理通識課大學生，評量其教學活動的前後兩項學習成效指標(科學推理能力與批判思考能力)，並進行數據分析尋找本課程的成效。我們根據 Optiz 等人(2017)對於目前評量科學推理能力的測驗工具的論文中，評估了 38 種與科學推理有關的測驗工具，並根據本研究設定的研究主題(科學推理與探究實作)、對象(非理工科系大學生)、學科(物理)等，決定使用以下測驗：

Classroom Test of Scientific Reasoning (“Lawson-test” or “LCTSR”) (Lawson, 1978; Lawson, Alkhoury, Benford, Clark, & Falconer, 2000a; Lawson, Clark, et al., 2000b)，它可以測驗學生的科學推理能力(包括解釋、假設與驗證等科學推理技巧)；根據陳君婷&余曉清(2010)，Lawson 的科學推理測驗含括了質量及體積的守恆 (conservation) 概念、比例思考 (proportional thinking)、辨識與變數控制 (identification and control of variables)、機率思考 (probabilistic thinking)、組合推理 (combinational reasoning)、相關性思考 (correlation reasoning)、假設演繹 (hypothetic-deductive) 等面向，均為探究與實作活動中，我們期待達成的高層次思考能力。

至於批判思考的測評工具，我們則採用華-葛氏批判思考量表精簡版(中文版)題本，由陳學志等人編著(2011)，原著為 Goodwin Waston(1925) & Edward M. Glaser(1937)。其中含有 5 項分測驗：推論、辨認假設、推演結論、解釋以及評價論點，測驗時間為 30 分鐘，能夠針對學生對於資訊正確性的判斷力等澄清、建立完善推論基礎或運用策略的能力 (Norris & Ennis, 1989)。

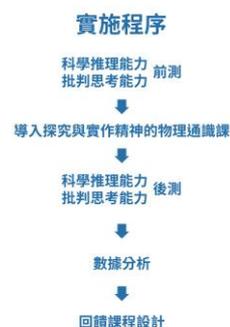
而學科知識方面，我們則選擇了力學概念評量（Force Concept Inventory）做為評量學生程度的工具。其由 David Hestenes、Halloun、Wells 及 Swackhamer 提出（1985 年），是第一個這類的概念評量。力學概念評量設計來評估學生對於經典力學中力的概念的瞭解程度。

### （五）、 實施程序

如圖四，本研究於課程實施前後分別進行科學推理能力與批判思考能力的測驗後，將其資料進行數據分析後回饋到課程，並重新設計課程。

### （六）、 資料處理與分析

資料蒐集的時間點為課程導入之前與之後（前、後測），以成對樣本 T 檢定來分析學生於此門課的學習成效，並以單因子變異數分析來比較不同學院學生間的差異、不同性別與不同高中類組學生間的差異，各項測驗的前測結果亦可做為學生上課前能力的判斷，進而對課程進行修正與微調。



圖四、實施程序

## 肆、 教學暨研究成果(Teaching and Research Outcomes)

### 一、教學過程

根據附件一的模組，我們發展了以下課程主題：

- i. Gyrocopter(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- ii. Modify the room(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- iii. 墨菲定律?(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- iv. 暖暖包(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- v. 這是你的番茄嗎?(發現問題中的觀察現象、蒐集資訊)
- vi. 百萬名車大挑戰\_這是運氣嗎?(規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- vii. 咖啡歐蕾(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- viii. 搶救國寶大作戰(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)
- ix. 猜猜這是哪座城市?(發現問題、規劃與研究、論證與建模、表達與分享)

## 二、課程執行狀況

107 學年第一學期 物理之美 課程內容	
週次	課程進度與內容
1	課程簡介、進度、評分、學生背景資料調查
2	施測(SR/ FCI)
3	分組，科學記號、數量級的觀念、基本量測、練習、
4	費米問題(+ CT)
5、6	探究與實作(i. Gyrocopter)
7~9	探究與實作(ii.Modify the Room)
10	光(聲)，針孔成像實作及學習單
11	停課(運動會)
12~14	探究與實作(iii.墨菲定律)
15、16	探究與實作(iv.暖暖包)&施測( FCI)
17	學期 review
18	施測(SR，CT，期末問卷)

107 學年第二學期 生活中的物理 課程內容課程進度與內容	
週次	課程進度與內容
1	課程簡介、進度、評分、學生背景資料調查施測(CT/ FCI)
2	施測(SR)&分組
3	Concept of scale & Fermi Qs
4	探究與實作單元(v.這是你的番茄嗎?)
5	探究與實作單元(vi 百萬名車大挑戰)
6~8	探究與實作單元(vii 咖啡歐蕾)
9	期中考週
10、11	探究與實作單元(viii 搶救國寶大作戰)
12	簡易馬達
13、14	探究與實作單元.(ix 猜猜這是哪一座城市?)
15	學期 review 及期末問卷
16	施測(CT/ FCI)
17	施測(SR)&問卷補測
18	期末考週

### 三、教學成果與討論

以下為針對科學推理能力(以下簡稱 SR)、批判思考能力(以下簡稱 CT)與力學概念(以下簡稱 FCI)所做的統計數據分析。表一為本研究使用成對樣本 T 檢定檢驗對本課程的實施對學生在 SR、CT 與 FCI 的表現是否存在顯著差異；表二~表七則為本研究以學院、性別與高中類組做為變因，使用單因子變異數分析檢驗學生 SR 與 CT 在前後測成績是否存在顯著差異。

	前測 M(SD)	後測 M(SD)	t	Eta square
SR(n=107)	8.98(2.12)	9.91(1.94)	-5.496***	0.22
CT(n=108)	30.16(3.25)	30.48(3.18)	-0.982	-
FCI(n=105)	17.78(6.59)	17.92(6.88)	-0.491	-

根據表一可以得出以下結論，

1、在 99.9%的信心水準下，修課學生的 SR 前測與後測成績有顯著差異，同時 Eta square (>0.14) 在統計上指出此差異是大效果量；可以解讀成本課程的實施讓學生的 SR 進步，且此進步是非常明顯的。

2、修課學生的 CT 與 FCI 前測與後測成績沒有顯著差異；可以解讀成本課程對於學生的 CT 與 FCI 表現沒有影響。

	n=28	n=80	
	文學院 M (SD)	管理學院 M (SD)	F
前測	7.93(2.37)	9.38(1.89)	10.583**
後測	9.29(1.99)	10.15(1.88)	14.234*

根據表二:在 99%的信心水準下，管理學院學生與文學院學生在 SR 前測成績有顯著差異，而 95%的信心水準下後測成績有顯著差異；可以解讀成:管學院在 SR 的起點與終點行為皆優於文學院，但成績差距在縮小；推論本課程的實施對於文學院學生在 SR 方面有較明顯的進步。

	n=47	n=61	
	男 M (SD)	女 M (SD)	F
前測	9.47(1.88)	8.64(2.23)	4.203*
後測	10.40(1.65)	9.56(2.08)	5.251*

根據表三:在 95%的信心水準下，男生與女生在 SR 的前後測成績有顯著差異；可以解讀成男生在 SR 的起點行為與終點行為皆優於女生；推論本課程的實施對於不同性別的學生在 SR 的影響無異。

	n=47	n=60	
	高中文	高中理組 M	F

	組 M (SD)	(SD)	
前測	8.65(2.46)	9.29(1.77)	2.455
後測	9.47(2.18)	10.27(1.67)	4.579*

根據表四:在 95%的信心水準下,高中類組為理組與文組學生在後測成績有顯著差異;可以解讀成:高中類組為理組與文組學生在 SR 的起點行為無異,而在終點行為則是理組優於文組;推論本課程的實施對於高中為理組的學生在 SR 方面有較明顯的進步。

表五、CT 之單因子變異數分析-變因:學院別			
	n=28	n=81	
	文學院 M (SD)	管理學院 M (SD)	F
前測	28.67(3.10)	30.65(3.16)	8.074**
後測	29.71(3.05)	30.74(3.18)	2.210

根據表五:在 95%的信心水準下,管學院學生與文學院學生在 CT 前測成績為有顯著差異;可以解讀成:管學院學生在 CT 的起點行為優於文學院學生,而在終點行為則無異;推論本課程的實施對於文學院學生在 CT 方面有較明顯的進步。

表六、CT 之單因子變異數分析-變因:男女別			
	n=48	n=61	
	男 M(SD)	女 M(SD)	F
前測	30.54(3.08)	29.85(3.36)	1.210
後測	31.10(3.23)	29.98(3.05)	3.439 <sup>†</sup> (†:p<0.1)

根據表六:在 90%的信心水準下,男生與女生在 CT 的後測成績有顯著差異;可以解讀成男生與女生在 CT 的起點行為無異,而在終點行為則是男生優於女生;推論本課程的實施對於男生在 CT 方面有較明顯的進步。

表七、CT 之單因子變異數分析-變因:高中類組別			
	n=48	n=60	
	高中文組 M(SD)	高中理組 M(SD)	F
前測	29.66(3.54)	30.52(2.99)	1.835
後測	29.83(3.30)	31.00(3.01)	3.676 <sup>†</sup> (†:p<0.1)

根據表七:在 90%的信心水準下,高中類組為理組與文組的學生在 CT 的後測成績有顯著差異;可以解讀成:理組與文組的學生在 CT 的起點行為無異,而在終點行為則是理組優於文組;因此推斷本課程的實施對於高中類組為理組的學生在 CT 方面有較明顯的進步。

總結來說,導入探究與實作精神的物理通識課程能夠讓非理工科系學生的科學推理能力顯著進步,對文學院學生以及高中類組為理組的學生的進步尤其明顯。然而在批判思考能力方面,課程實施的前後則無明顯差異,進一步單因子變數分析顯示,對文學院、男生以及高中為理組的學生而言,批判思

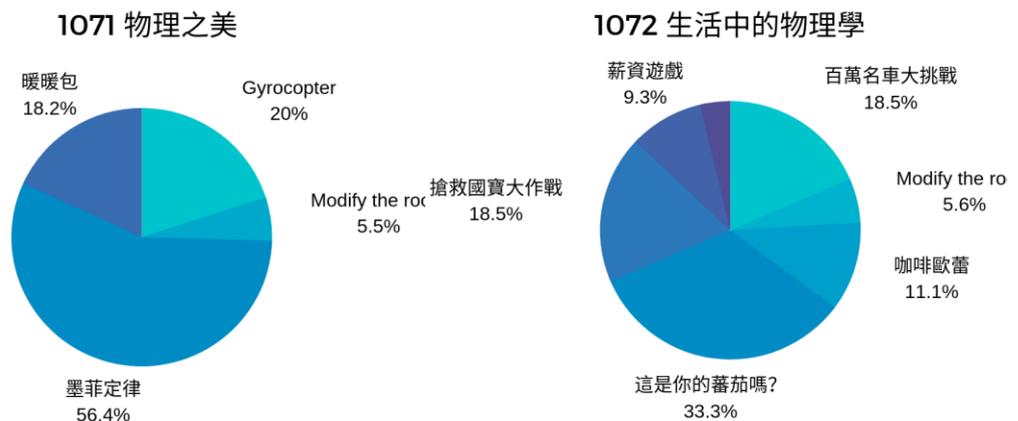
考能力其實是有明顯的進步。這些分析可以作為我們在未來設計非理工科系學生的通識物理課時，課程內容及教材教案的重要依據及參考。

#### 四、教師教學反思

- 從 106 學年度的經驗得知，原來考上管理學院的學生，有將近一半的人高中其實是理組，所以他們在科學上的訓練與高中文組的同學不同，雖然他們大學就讀文管院科系，但不能將他們視為純文組同學看待。
- 經過同學的回饋發現，當初課程設計時，我「以為」同學會較沒有興趣的單元，實際授課後，發現並非如此。舉例、原以為 Modify the room 這個單元會較少人青睞，沒想到喜歡這個單元的同學出乎意料地多，多了一些學生角度的思考觀點，這也讓我未來在設計課程時，會盡量先測試並蒐集同學的反應來優化課程。
- 課程的時間掌控或設計需更精準，有些課程單元原訂兩週 4 小時，實際執行時必須花三週 6 小時才能執行完成。
- 由於是實作的課程設計，每次課程前置準備工作相當耗時耗力，若非本計畫經費支援使得課程可以搭配三名助教，如此繁重的課程助教工作恐難以執行。另外，探究與實作課程的教師與助教角色與一般課程相當不同，需要完整的專業訓練，才能引導學生在每個階段抓到重點、修正方向。也就是說，擔任這門課的助教，必須有不同的訓練方式。
- 本計畫的成果呈現探究與實作的課程設計，能有效提升學生的科學推理能力，足堪欣慰。至於批判思考能力雖然整體無顯著進步，但初步分析也發現，不同學院、性別、高中類組學生間呈現不同的差異，原因為何相當值得繼續探究，因計畫一年期而終止，著實可惜。期待教育部可以考慮核給多年期計畫，以便課程能完整的設計發展。

#### 五、學生學習回饋

下方兩個圓餅圖分別為「1071 物理之美」與「1072 生活中的物理學」學生選出最喜歡的實作單元；而學生的質性回饋則詳見附件三。



## 附件一、探究與實作課程模組示例

### 【探究與實作課程範例\_墨菲定律(4 小時課程)】

#### 1. 墨菲定律\_問題介紹

活動方式：背景、教材介紹

活動時間：10 分鐘

活動內容：

墨菲定律說：「Anything that can go wrong will go wrong.」這句話被廣泛地運用到各領域裡，而在餐桌上的墨菲定律，說明吐司從桌上翻落時，總是塗果醬的那一面著地。這個問題真的是因為運氣不好呢？還是背後隱藏了物理的概念？」此課堂活動為了不浪費食物，利用切割後的軟墊當作吐司，另外提供了扁平圖釘、冰棒棍、橡皮筋等材料讓同學發揮創意，透過自己設計實驗來逐步了解問題。

備註：學生在活動前須先進行分組，約 3~4 人一組

#### 2. 墨菲定律\_形成及定義問題

活動方式：提問

活動時間：10 分鐘

準備教材：白板、白板筆

活動內容：

「你認為什麼因素會影響吐司哪一面落地的結果呢？」先讓學生進行發散的思考，學生可能會提出的答案有：

- 桌子的高度
- 吐司的形狀
- 吐司的厚度
- 吐司是否去邊
- 吐司離開桌面的速度
- 果醬的品牌
- 果醬的塗抹狀況(均勻與否等等)

學生提出的答案可能有很多，教師必須從發散的問題中，引導學生收斂問題，並且將問題轉化成「可探究」的敘述方式，形成可探究的問題，例如將「桌子的高度」引導變成「桌子的高度如何影響吐司掉落時、哪一面朝下？」等；而有一些答案無法在現有的材料下進行實驗，會暫時移除不討論(如：果醬的品牌)，但是如果學生能夠利用現有的材料進行實驗，也可讓學生嘗試。

- ✓ 觀察現象
- ✓ 形成或訂定問題

#### 3. 墨菲定律\_實驗規劃

活動方式：討論

活動時間：30 分鐘

準備教材：全開圖畫紙、麥克筆

活動內容：

每組學生可以依照自己的挑選研究主題，亦或是全班針對其中一個主題研究，視班上情況而定。選定主題之後，每一組學生可以觀察現有的材料，並在海報紙上擬訂研究計畫，研究計畫必須要求學生詳細說明實驗架設、實驗參數、實驗表格等，必要時可以畫圖呈現。擬定好研究計畫時，學生必須先預測實驗結果，並記錄在海報上。

- ✓ 尋找變因
- ✓ 擬定研究計畫
- ✓ 合作與討論

#### 4. 墨菲定律\_實驗研究

活動方式：實驗及討論

活動時間：40 分鐘

準備材料：巧拼、扁平圖釘、橡皮筋、冰棒棍

活動內容：

學生擬定好研究計畫後，即可開始操作實驗，操作實驗時，老師可以巡視各組狀況，適時介入一同討論。學生在操作實驗時，也必須將過程記錄在海報上。取得實驗數據結束時，學生必須解釋實驗數據，並對照與實驗前的預期，甚至透過模型預測(例如：某一組學生研究的主題為「桌子的高度如何影響吐司翻落時的結果」，研究結果發現，桌子越高，吐司愈有機會翻轉超過  $270^\circ$ ，使得吐司有機會翻轉一整圈，透過實驗數據的支持，結合學生對自由落體的先備知識，學生能夠預測在多高的高度能夠使吐司翻轉超過  $270^\circ$ ，使得吐司能夠完整的翻轉一圈)

- ✓ 收集資料數據
- ✓ 分析資料和呈現證據
- ✓ 解釋和推理
- ✓ 提出結論或解決方案
- ✓ 建立模型
- ✓ 合作與討論

#### 5. 墨菲定律\_表達分享

活動方式：分組報告

活動時間：40 分鐘



## 參考文獻(References)

- 吳百興、張耀云、吳心楷 (2010)。科學探究活動中的科學推理。《科學教育研究與發展季刊》，56，53-74。
- 教育部(2016)。十二年國民基本教育課程綱要自然科學領域(草案)。台北：教育部。
- 陳麗華、李涵鈺、林陳涌 (2004)。國內批判思考測驗工具及其應用之分析。《課程與教學》，7(2)，1-15+185。
- 葉玉珠 (2003)。「批判思考測驗—第一級」指導手冊。台北：心理。
- 葉玉珠、陳月梅、謝佳蓁、葉碧玲 (2001)。成人批判思考技巧測驗之發展。《中國測驗學會測驗年刊》，48，35-50。
- 蔡清田(2001)。行動研究的理論與實踐。《T & D 飛訊》，118，1-20。
- 魯俊賢、吳毓瑩 (2007)。過程技能之二階段實作評量：規劃、實踐與效益探究。《科學教育學刊》，15(2)，215-239。
- 吳靜吉、鄭英耀 & 王文中(1992)。華格批判思考量表之修訂。《教育與心理研究》，199208(15)，39-77。
- 洪振方(2010)。思考導向的探究式學習對國二學生科學探究能力的影響。《科學教育學刊》，18(5)，389-415。
- 陳君婷 & 余曉清(2010)。探討科學推理融入科學探究課程對國小學生探究能力與科學推理之影響 (Doctoral dissertation)。
- 蘇明勇(2003)。批判思考之思考批判：科學教育中的批判思考教學與評量。《科學教育研究與發展》，88-120。
- Abosalem, Y. (2016). "Assessment Techniques and Students Higher-Order Thinking Skills." *International Journal of Secondary Education* 4(1): 1-11.
- APPENDIX F - Science and Engineering Practices in the NGSS (2013, April). NGSS Release. Retrieved from <https://www.nextgenscience.org/resources/ngss-appendices>
- Bao, L., T. Cai, K. Koenig, K. Fang, J. Han, J. Wang, Q. Liu, L. Ding, L. Cui and Y. Luo (2009). "Learning and scientific reasoning." *Science* 323(5914): 586-587.
- Bloom, B. S., M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill and D. R. Krathwohl (1956). *Taxonomy of educational objectives, handbook I: The cognitive domain*, New York: David McKay Co Inc.
- Bloomfield, L. A. (2013). *How Things Work 5th Edition*. New York, John Wiley & Sons.
- Ding, L., R. Chabay, B. Sherwood and R. Beichner (2006). "Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief

electricity and magnetism assessment." *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 2(1): 010105.

- Ennis, R. H. (1993). "Critical thinking assessment." *Theory into practice* 32(3): 179-186.
- Ennis, R. H., J. Millman and T. N. Tomko (1985). Cornell critical thinking tests level X & level Z: Manual, Midwest Publications Pacific Grove, CA.
- Facione, P. A. (1990). "The California Critical Thinking Skills Test--College Level. Technical Report# 2. Factors Predictive of CT Skills."
- Hestenes, D., M. Wells and G. Swackhamer (1992). "Force concept inventory." *The physics teacher* 30(3): 141-158.
- Koslowski, B. (1996). *Theory and evidence: The development of scientific reasoning*, Mit Press.
- Lawson, A. E. (1978). "The development and validation of a classroom test of formal reasoning." *Journal of Research in Science Teaching* 15(1): 11-24.
- Lawson, A. E., S. Alkhoury, R. Benford, B. R. Clark and K. A. Falconer (2000). "What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology." *Journal of Research in Science Teaching* 37(9): 996-1018.
- Lawson, A. E., B. Clark, E. Cramer-Meldrum, K. A. Falconer, J. M. Sequist and Y. J. Kwon (2000). "Development of scientific reasoning in college biology: Do two levels of general hypothesis-testing skills exist?" *Journal of Research in Science Teaching* 37(1): 81-101.
- Moore, J. C. and L. J. Rubbo (2012). "Scientific reasoning abilities of nonscience majors in physics-based courses." *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 8(1): 010106.
- Muller, R. A. (2008). *Physics for future presidents: The science behind the headlines*, WW Norton & Company.
- Opitz, A., M. Heene and F. Fischer (2017). "Measuring scientific reasoning - a review of test instruments." *Educational Research and Evaluation* 23(3-4): 78-101.
- Schauble, L. (1996). "The development of scientific reasoning in knowledge-rich contexts." *Developmental Psychology* 32(1): 102.
- Shipman, V. (1983). "The New Jersey test of reasoning skills." *New Jersey: Institute for the Advancement of Philosophy for Children*.

- Weld, J., M. Stier and J. McNew-Birren (2011). "The development of a novel measure of scientific reasoning growth among college freshmen: The constructive inquiry science reasoning skills test." *Journal of College Science Teaching* 40(4): 101.
- Wenning, C. J. (2007). "Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy." *Journal of Physics Teacher Education Online* 4(2): 21-24.

Zimmerman, C. (2007). "The development of scientific thinking skills in elementary and middle school." *Developmental Review* 27(2): 172-223.

### 附件三、學生質性回饋

#### 1. 期末問卷回饋

1071 物理之美

最喜歡的課程單元	你這學期最喜歡的課程單元是?為什麼?
墨菲	吐司從桌子上掉落的實驗，因為之前曾經發生在我身上過，而且果醬面朝下，導致整面果醬沾上了地板的髒東西，整個吐司就報廢了！所以這個實驗作起來特別有感觸~~
墨菲	吐司掉落的單元，因為感覺學到最多物理知識，也剛好是做得比較好的實驗。
墨菲	我最喜歡的是吐司的課程，因為研究吐司掉落面是否塗果醬對生活幫助很大，因為如果掉落面有塗，不僅會讓地板難清，整片土司也就不能吃了。
墨菲	吐司塗果醬落下哪面朝下的主題。以前從來不會注意這問題，做實驗才發現比想像中複雜，要討論的因素很多，最後老師還有說明一套完整的理論(莫非定律)解釋這個現象。
墨菲	我最喜歡第三個實驗:關於吐司的掉落面。我們這組探討的是長邊和短邊翻轉對於吐司掉落面的影響，對於很少吃吐司的我，從來沒有想過這種問題，直到上課整組一起討論並實驗後才對於「轉動慣量」這個之前從未學過的概念有一些了解，感覺又進步了一點。
墨菲	我最喜歡的課程單元是吐司的主題，一開始的主題也都很棒，但是畢竟一開始接觸實驗類型的課程還是需要時間適應一下，但是到吐司的主題的時候，對於上課方式及流程已經十分熟悉，也因此更能從思考中獲得成就感，藉由一次次將吐司推下桌邊，感覺我們對於實驗的結果又更靠近一步了，雖然每一組的實驗主題所探討的方面有所差異，但是最後卻可以導向相同的原因，進而了解莫非定律，這真的很有趣的體驗，也是讓人喜歡物理的原因吧！
墨菲	這學期所設計的課程都很有趣，畢業自高中以來身為文組的我鮮少有機會以動手做的方式去觀察生活中的物理，其中我最喜歡的是果醬吐司，首先居然有人以此做出研究論文，真的很特別，再來是過程中，組員們的默契與配合相當流暢，故時間上沒有花很多，實驗結果也難能可貴地與假設相符，算是最有成就感的一次實驗。
墨菲	墨非定律。Reason: (1)因為那次的實驗是組上的人都有用心參與的一次，相較之前來說，實驗內容也是最有共識的一次(2)雖然每一種實驗都大致和生活相關，但這一個實驗對我而言是更有吸引力、

	<p>更有趣的，因為每當吐司掉到地上的時候都會有種悔恨感，當知道吐司掉落可以被做成一個實驗，激發了我強烈的想要知道到底是我倒楣而是真的有個依據在。</p>
墨菲	<p>墨非定律。翻轉吐司是我們日常生活中會遇到的情況，我覺得有趣，利用實驗去測試如何把當吐司掉下地板時果醬面朝下的機率變小。實驗的過程也很有趣，我們這組為了使每次揮到吐司的力道都相同，利用椅子、棉線、砝碼製造出簡易的單擺，這是我印象最深刻的！而且那一次的實驗結果與我們這一組一開始預測的結果完全不同。</p>
墨菲	<p>吐司掉落面。我們這組實驗方法較簡單，所以做了很多次、很完整，也有時間去推論模型等等。這是我覺得我們做得最完整的實驗，所以蠻有成就感的！and 其實每個實驗都很好玩很喜歡~</p>
墨菲	<p>我最喜歡的單元是飛行種子，因為：(1)一張小小的紙可以在空中滯留旋轉十分有趣 (2)題材有趣，在日常中比較不會看到 (3)可以動手做 (4)在家裡也能做</p>
Gyrocopter	<p>因為我從各個不同組中學到，有各種不同因素可以影響它在空中停留的時間，也是唯一一個比較好控制變因的實驗，更可以讓每個人都有各自的飛行種子，不會讓只有某些特定的人才能碰到實驗用的東西(雖然大家都還是會碰到，但是接觸的時間不長)也是從這個實驗開始，我慢慢了解到要如何去做一個實驗，要怎麼做?如何做?假設?.....這也讓我收穫很多</p>
Gyrocopter	<p>模擬植物飛行，如何在空中停最久的實驗。因為它是這個學期所做的第一個實驗，印象最深刻也是覺得新奇特別的時候。從一開始設計實驗方法想了一堆點子結果時間根本不夠用還要額外花時間去完成實驗(但其實是心甘情願的，也希望看到一個成果)，到真的做完實驗寫完海報(一種媽媽心態嗎?看著自己的小孩誕生)，並且和別組交流，看到別組想到了什麼特別的觀點，或是注意到了什麼本來我們沒想到的，在交流中發現我們的實驗在哪裡不足。因為是第一個實驗，和一群之前沒有接觸過的同學們合作，我們有著不一樣的背景，雖然說的是一樣的語言，但在想法思考上天差地遠，不過也正是因為如此，在溝通上會有些許的磨合，但更多是有多方的觀點，讓我想到了原本沒想到的(而且可能因為整組都是女生吧，大家都很認真)。PS.謝謝老師和助教，謝謝你們的用心和熱忱讓我很期待上這堂課</p>

Gyrocopter	<p>如果「最喜歡」代表只能選一個單元的話，我最喜歡的單元是「飛翔的種子」(請原諒我記不太清楚這個單元的正確名稱)。就是把紙片摺成類似螺旋槳的形狀，在空中放開便會一邊旋轉一邊落下的有趣實驗。我會喜歡是因為讓我想起了我的童年，就喜歡搞一些小玩意兒，其次是因為我負責這個單元的報告講解及錄製影片。在這個過程中，我深深地感覺到了你們的教學方式，而我頗認同此教學方式，科學不單單只是理論上的東西或是書面資料，它是活生生地存在任何地方等待任何有興趣的人去探索。所以這堂課很有趣很酷。</p>
暖暖包	<p>應該是「暖暖包」吧。因為冬天上這個可以用豆子暖一下手，而且不用像其他單元要撿東西(EX:吐司)，只要坐著看溫度計就好，而且加熱過的紅豆好香，還不用報告評論，整個就很輕鬆！</p>
暖暖包	<p>做暖暖包的實驗。其實每次實驗課都很有趣，都可以訓練到我們的思考能力，但是沒有太大的失敗或挫折，就不會有太令人印象深刻的回憶。在做暖暖包的過程中，原先我們選定的是利用不同杯子的顏色來當變因，但沒想到當我們把漆成黑色的杯子拿進去微波時，還不到 30 秒卻起火燃燒了！當下只覺得很有趣，有這種結果可以體驗真的不是平常生活遇得到的！</p>
暖暖包	<p>暖暖包的實驗，因為烘穀物的味道很香！！實際上並非喜歡哪個單元，而是老師在為我們做思考、logic 訓練時，覺得獲益良多。能使我(個人認為)更清楚問題的重點為何！而非是否存實！</p>
暖暖包	<p>最喜歡的課程是暖暖包，因為和生活跟最近的天氣感覺很密切，所以覺得很印象深刻，另外也對它材料是各種豆子或穀物覺得很特別，跟一般的鐵粉的市售暖暖包很不一樣。</p>
暖暖包	<p>加熱豆子變成暖暖包，因為豆子種類很多，看很多豆子被拿去加熱就很好玩，而且加熱後的味道又很香，不僅在冷天氣中可以溫暖手也可以刺激嗅覺，感覺很舒服。</p>
暖暖包	<p>做暖暖包！因為可以自己搭配不同的材料，紅豆、綠豆、黑豆什麼的，自己隨便亂加，微波過後又會散發香氣，剛好在冷冷的冬天很實用！其實這一學期的每個單元都很有趣，老師跟助教們辛苦了！</p>
暖暖包	<p>製作暖暖包的那一個單元。因為經過這項對暖暖包的實驗製作後，讓我對暖暖有更身一層的了解。我了解到說，不同種類的豆子對製作暖暖包的保溫效果有一定的影響。而在這次實驗中我們這組證實了紅豆的保溫時間最大，最適合製作暖暖包。</p>
暖暖包	<p>暖暖包，以前從來沒想過原來用豆子和微波爐就能做出暖暖包，在實驗過程中散發的味道真的超香，也算是喜歡這單元的原因之一</p>

	吧！唯一可惜的是時間不夠，如果這單元再長一點會更好。
暖暖包	<p>製作暖暖包，因為可以自己選擇不同的豆子種類微波，一直聞到不同的香氣很開心，還可以微波久一些看到豆子被炸開或烤焦。有的組員還會對某種豆子情有獨鍾，做實驗測量就是要負責那種豆子。預測保溫效果最好的就是那種豆子 XD 覺得這學期比較貼近生活的實驗好像就是暖暖包了！如果真的能發明用豆類做的環保暖暖包，並散發出香氣，那真的太棒了！！好想要有咖啡豆香的暖暖包～這次實驗沒有咖啡豆好可惜，也沒有花生～如果有花生，微波完可以順便吃掉，減少垃圾呢 XD 然後這次實驗的測量比較簡單～之前測聲波頻率好難阿！！不太會看測量結果，太燒腦...溫度測量簡易又明確～</p> <p>每一項實驗都有其有趣的地方～希望下學期還能選到這一門課！</p>
暖暖包	<p>物理之美，就是去深入了解物理之美，這學期之中，老師您介紹了許多有關物理的實驗，甚至在學期出的時候，要我們去面對，去說出自己對物理所抱持的想法，之後老師還將各系的頭腦打散再重組，讓意見更多元。而知後在課堂上的實驗之中，最令我印象深刻的單元實驗就是「穀物」暖暖包，因為實驗材料有米、有豆，所以稱穀物暖暖包。而這讓我印象深刻的點就是於穀物暖暖包，它的材料是日常生活中，所見的穀物，而此單元深深的江奇和日常生活所結合，最好的教育亦是如此，讓我受益許多，除了在上課之中，學習到物理，可以回憶以前所學種種，更可以將其實踐於生活之中，所以，令我印象深刻。在寒冬之中，除了用了穀物暖暖包，那樣的溫暖就會讓我想起您在上課時，一樣溫暖的笑容，駛人能發奮學習，努力向上。謝謝老師 謝謝助教</p>
Modify the room	<p>最喜歡的為隔音實驗。創意發揮的最好時期，一路克服實驗器材的困難，雖有小小的挫折（漏水），但卻沒阻撓拿到最佳創意獎。此為跳脫傳統框架，與未來文創作為結合，實屬一大創舉，因此最令人印象深刻。</p>
Modify the room	<p>隔音牆，小組最分工合作的一次，覺得很棒，一起做牆很有趣。</p>
Modify the room	<p>做隔音牆。因為我們這組座水世界，經歷很多波折，還在上面貼一堆奇怪的裝飾，這段艱辛的歷程讓我印象深刻。</p>
Modify the room	<p>製作隔音牆的實驗。看到很多很有創意的作品，在組內設計的作品有所成果也帶來了成就感。</p>
Modify the	<p>測量哪種材質隔音效果最好。這個實驗我們失敗了很多次，但事組員們仍沒有因此放棄，終於在最後的最後成功地將水當做隔板，也</p>

room	有順利地降低一點分貝，甚至還拿了最佳造型獎呢！
Modify the room	單元的話最喜歡聲音那個，做隔音的。看那個波啊，還有刀出老師講解的內容，看影片(全世界最安靜房間)，都是現在印象深刻的。實驗時，作隔音牆也很有趣，也看很多別人精心設計的東西，有很酷的，也有漂亮的，是我最喜歡的。謝謝老師！
Modify the room	我最喜歡的課程內容是測試隔音效果的那堂課，因為從那堂課開始我們整組變得比較不陌生、尷尬了有人操作，也有人發想，都能發會自身有點，共同激盪出不一樣的構想。而且從這單元中也看見了許多人的創意，有水世界、節慶風格，大家的想法都很有趣，值得我們參考。
Modify the room	我最喜歡的課程單元是隔音牆，雖然這個單元對我來說是最困難的，可是也是讓我最有成就感的。和組員一起合作的感覺非常棒，雖然在實驗的過程中有遇到一些困難，但後來還是一起解決的，除了針對不同的變因重複進行實驗外，也要一直尋找效果最好的材料和方法。雖然最後在班上的排名沒有很前面，但這次的課程過程還是非常快樂。
Modify the room	我最喜歡隔音牆。我記得老師在上課時有撥一部有關全世界最安靜的空間，那時科學家對消除聲波的原理，令我為之著迷，雖然我的能力不足以像科學家們思考如此詳細，但透過實驗的方式完成隔音箱，也算是某種程度上模仿科學家的感覺，令我非常喜歡。
Modify the room	水族箱！隔音牆的實驗。非常有趣！從小到大做實驗一直都是依照老師和課本所規劃好的進度操作實驗，在實驗過程中，若沒有照指示操作可能還會被趕出去。這是少數上課認真，和同學互動又有趣的課程。那天，大家在 Brain Storming 時，提出了個乍看之下非常荒誕的想法，使用水牆。助教也大力支持我們，甚至允諾我們只要有需要的器材，可以報公帳購買（雖然最後沒有買）。過程中我們小組同學非常開心，主動做實驗，謝謝助教們和老師的幫忙，是一堂十分有趣的課！值得一修再修！（事實上也真的是我第二次修了）
Modify the room	製作隔絕聲音的實驗。就利益層面，有加到總平均五分。就可行性來說，這個實驗完全不要用到那些煩人的假設，而是要想盡辦法做出最好的隔音牆，這蠻符合我的個性，喜歡有競賽，因為有競爭才有進步，我們要想盡辦法從中取得勝利，因此我開始思考如何加厚才能阻擋更多聲音，並且又不會變得太厚，就像商人一樣，我要最佳化我的投資組合，才能獲利，所以我用這思維跟我的好隊友們共同發想，甚至留下末計畫，最後拿到最佳成果。結論是利益驅使了

	我，讓我想得更多更廣。
Modify the room	綜觀而言，每一堂有動手做的課我都喜歡，因為動手做有趣多了，動動腦的感覺很棒，每堂課都有自己的特色。EX: 隔音牆就十分實用，因為我宿舍很吵；吐司是有趣，因為我也好奇是什麼原因。這學期學到動手找方法，做實驗及精進設計的思考方式，我非常喜歡整體課程的設計。
Modify the room	是和聲波有關的單元和莫非定律的單元。這兩個單元中的實驗都相當有趣，在聲波裡大家用各種不同的材料來製作不一樣的隔音牆，也透過聲音穿透大小的測量來了解隔音效果，記得我們這組在隔音的成效得到第三名，非常意外！還有用水隔音的組別也令人印象深刻～吐司的莫非定律讓我學到其實莫非定律的背後也是有科學根據的，了解背後的科學原理後非常驚訝！在這學期的課程收穫相當多，謝謝老師！
Modify the room	隔音牆，因為在親自實驗與設計的過程中，對於碰不見、摸不著的聲波傳遞更有感覺，也能理解工程師在兼顧效能、美觀、實際操作可能性等因素後，設計隔音牆的不易。另一方面，由於影響隔音好壞的原因眾多，再增加困難度外，也增添不少趣味性。
Modify the room	我最喜歡隔音牆的實驗，這課程中可變動的因素比較多，像是隔板材質、厚度，以及如何排列隔板（例如：紙、棉花、紙或棉花、紙、棉花）造成的結果可能不同，相較土司實驗大概只能從土司本身、推落高度、推的力量進行變化，有較多的可變因素可使實驗結果更出乎意料，在實驗過程也能激發更具巧思的做法，此外，彩繪、裝飾盒子的部分也很有趣，除了增進趣味、互動，更有著對自己實驗的成就感！
Modify the room	隔音牆，因為我覺得可以讓各組發揮空間比較大的單元，我們要去思考怎麼做出好看又實用的隔音牆，我覺得有一組想要做水牆很有趣，而我們組則是用隔音棉加抹布，然後也學到了如何量各種材質的隔音效果。這是這門課我覺得最像美術課的單元，而且比較不限制各組的想法，而且大家做出的東西都很不一樣，在參觀各組時，令我大開眼界。
Modify the room	聲波（波動），因為透過箱子模擬舞廳、餐廳及其隔間的實驗，清楚明白不同材質隔間對隔音效果的影響，有些可能是吸收，有些可能是反射聲波，我學習到利用材質的性質來最佳化隔音效果老師已解時甚至學到不同頻率的波也可以用不同材質來隔音。自己組的實驗成品完成後，還可以觀摩別組的成品。整體來說，是可以學到知

	識又挺有趣的。
Modify the room	<p>測試聲波的實驗，雖然發想我們要做的題目之那堂課我們有出席，但是參與了後半部，與自己組員動手做實驗的過程，以及到各組巡迴觀賞成果，整體來說，是我這學期最喜歡的課程。以下分述之。</p> <p>1. 聲波主題本身是一個很有趣的物理現象，在上這堂課以前，在山中的回聲讓我覺得很好玩，所以上課更有動力。2. 組員已經把工作分配好，大家各司其職，把實驗完成，會有這是大家一起共同完成的作品的感觉。3. 以往各組巡迴只分成兩大組，最多也只能看到四組，可使那一次是全班十個組別的成果都能一次看到，可以看到比較多元的想法。4. 除了分享以外，老師設置額外的競賽，雖然我們組兩個獎項：最佳創意／美術、最佳費用都沒拿到，但評選的過程很有趣也很歡樂。5. 助教們幽默到我一直以為「水世界」是他們那組真的用水做實驗，結果是意有所指 XD 以上，謝謝老師、辛苦助教們了！</p>
Modify the room	<p>我最喜歡做隔音牆的單元。因為是第二次實作，所以大家也都比較進入狀況，對整個製作過程也都蠻有熱情的。我覺得隔音牆有趣的部分在於有大量的素材可以自由發揮，而且有個餐廳／舞池的情境，很有真實感。還有一開始定了隔音獎和美術獎，讓大家做起來更有動力。我會喜歡的主創作美美的東西，也可以看到大家做出來不同的效果和創意。相較於飛行種子、吐司、暖暖包，隔音牆不論在實作上和美術設計上發揮空間都比較大，從那次以後我們的組員就開始各種揮灑創意，大家在做的過程中也都很享受。不過還有一個選這一堂課的小私心，就是我們的隔音牆勝出！而且外型也不錯，真的還蠻開心的。</p>
Modify the room	<p>這學期最喜歡的單元是做隔音牆的部分。在論論隔音牆的材質食，我們小組突然有了「水牆」這樣天馬行空的想法，於是從助教那借來了夾鏈袋來實踐我們的想法。在初次測試時也覺得可行，但要豎著放進箱子又要不能漏水，確實讓我們嘗盡苦頭，不過最後即便呈現沒那麼亮眼，我還是為我們的水族箱感到很驕傲。</p>
Modify the room	<p>最喜歡製作隔音牆！！那是我們組一起做的第一個實驗！從原本的陌生，到有默契，一起完成一個作品，也獲得了很好的成績！也是從那個實驗大家才變熟的～還發掘了每個人擅長的事情！李欣：字超好看！很會寫海報！還很會畫畫！隋彩雲：思考的很周全，常常發現我們沒發現的 bug。笑起來很甜！陳亭廷：很细心的女生！總是第一個發現缺什麼器材然後就默默為我們其他人準備好！羅庭毅：本組唯一的男生哈哈！任勞任怨！很負責！盛郁珍：我們系的學妹～太熟了跳過！謝謝物理之美讓我認識這麼多這麼棒的同學！</p>

	<p>作為我大學生涯的最後一門通識，可說是一個完美的 Ending! 也是我四年來修過最有趣、最有意義的通識課了!! 老師辛苦了! 助教們也都辛苦了! Thank you =)</p>
Modify the room	<p>隔音牆，因為很生活化，並且可以應用很多的素材來時測去做測試。生活化是因為不論平時是住在透天或是公寓都會受到外面的干擾，而我們在設隔音牆的過程中，我們會聯想到以前物理課所學的一些基本知識，比如用海綿可吸收聲音、讓聲波能在凹凸不平的面上漫射.....等，我們知道的這些理論，我們可以透過實際模擬與測試，讓我們有了一個解答，是既有趣又實用的。當然我們這組結合了大家的想法，成功創造出最佳的效果，也讓我們這組感到特別的光榮。也謝謝老師這種翻轉式的教學，受益良多!</p>
Modify the room	<p>最喜歡隔音牆的實驗，因為這個實驗不用想破頭的去控制變因，只要不斷假設什麼素材隔音效果好，然後坐實驗確認結果，等於一直都在動手操作，很投入。而且因為老師有競賽制，讓小組的想像力變很高，合作起來更加有默契，也對接下來的課程起了很大的幫助，讓我每周都很期待上課! 最重要的是，我們的隔音牆效果最好!! 非常有成就感，整個小組都很興奮!</p>
Modify the room	<p>隔音材料的實驗，讓我發現原來的一些觀念是錯的，ex: 在風揚板上打洞可以吸音，原本以為隨便打就可以，殊不知完全沒效果，至於老師有說明關於駐波等等的條件，但因為沒有試過，所以不確定有沒有用。</p>
Modify the room	<p>最喜歡的如何將音樂的分貝降至最低。在這個單元從構思到實際手工作出來的成果是最有趣的。在構思，可以多很多的方案，可以根據材料的材質不同做出更多變化，而在手工方面也有較大的難度及工作，每一組的創意都有所不同很有趣。</p>
Modify the room	<p>聲波，因為動手做了一塊厚厚的隔音牆很有趣，大家同意用我保麗龍碎屑的點子裝飾讓我很是感動（因為超難用得美美的）然後還得了美觀獎!! 特別感謝我的組員們，不同系的大家都很好!!</p>
Modify the room	<p>隔音牆。能將高中時的所學和生活中的觀察運用在隔音牆上的製作，同時又能從數據和老師的教學到東西，感覺很充實。</p>
Modify the room	<p>我最喜歡的課程單元是有關於聲音傳播的大小等。透過製作隔音牆的過程中，我們這組激發出很多的想法，不管是在材質是否要選擇棉花、保麗龍，還是泡棉上，我們都分別做了很多的測試。此外，也知道了如何測量聲音的儀器。而在一開始測量分貝時，由於使用上的錯誤，所以我們在測試時許多假設，變數的控制都有誤，也想</p>

	<p>說可能實驗做不成了。但，老師卻跟我們說沒有所謂失敗的實驗，找出失敗的原因也是一種發現。在那次之後，我們這組在做後續實驗時，也變得比較大膽去猜想，大家也很勇於提出自己的想法。藉由這次的課程單元，我不僅學到了選材的依據，最重要的是，做實驗的意義。</p>
Modify the room	<p>我最喜歡做隔音板的單元。因為讓我們能夠發揮創意，想盡辦法做出能夠阻隔音量的板子，相當有趣！雖然我們的板子很醜又不太能隔音，但還是很有成就感！</p>
Modify the room	<p>做隔音實驗的單元，因為那個單元是我們這組在做實驗中遇到最多困難的單元，一開始在側是哪些東西隔音效果好的時候，某些東西的隔音效果就和我們的預期有落差，而且我們測試音頻的軟體好像也沒設定好，造成前面實驗結果的音頻和後面的結果是用不一樣的基準的，所以測出來的結果不能直接比較，再加上我們本來設計的隔音牆裡面沒有放筷子，可是實驗的時候為了固定隔音牆所以裡面放了很多筷子，原本假設不會有影響，可是因為測出來的結果和我們在測試各種材料的時候結果差太多，我們才想到會不會是筷子的影響，後來將筷子抽出就發現的是筷子造成隔音效果不好，所以這個實驗也是我們最激烈討論的，一直在找問題，原因、解決辦法，每個人都有不同的意見，彼此想辦法說服別人同意你的觀點的過程很有趣，而且當中我們還有想說要不要重做等等，我覺得這個過程是我在這堂課學到最多的，因此也最喜歡這個單元。</p>
Modify the room	<p>這學期我最喜歡的課程單元是什麼會影響到舞池和用餐區的牆的隔音效果。這學期的單元有飛行種子、莫非定律、暖暖包的保溫效果四個。在實驗會學到什麼是比較完整的假設、設計實驗步驟等，其中必須考慮仔細及如何控制變因等。我最喜歡隔音牆因為他是要考慮最多的。例如：同時也要在美觀和效果上取捨（同時達到最好），因此為了有效分工、我們規劃上有分配時間。比起其他三項我較喜歡用有一致性的儀器比較各組成效互相觀摩也很有趣。</p>
其他	<p>某次邏輯思考的單元，就是在投影幕給我們看的那次，很有趣！沒玩過！如果這不算一個單元的話，那應該是最後一次烤豆子的單元我最喜歡！又香又溫暖！吸引我的注意力！</p>
其他	<p>看論點與小組討論並歸結共識回答老師。與其他實驗課不同的是，這更像是超緊湊密集且振奮人心的腦力激盪訓練，在短時間內要理清自己的思緒及邏輯脈絡，更要懂得找方法用淺顯易懂的方式來說服與自己觀點不同的組員，讓他站在自己這邊。並且經老師說明更可以再次確認、檢查自己想的方向有無錯誤。感覺就像是所有實驗的超級精華版！</p>

## 1072 生活中的物理學

學期中的「探究與實作」單元中，我最喜歡(多選)	5. 你推薦這門課嗎？	6.(續 5.) 理由是？	給老師的建議？
「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶	推薦	沒有考試	
「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡	推薦	很棒	
「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡	推薦	很有趣 可以學習又沒什麼難度	
「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶	推薦	上課很有趣，又可以學到東西	老師和助教都辛苦了，這堂課真的很好玩
「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	可以沒有壓力的上課，又可以學到和生活相關的東西	
「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)	推薦	愉快 且能學到知識	
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後	推薦	好玩	

<p>加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)</p>			
<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達；「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>輕鬆簡單無壓力</p>	
<p>「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>沒有作業沒有考試 YA</p>	
<p>「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>很有趣 不是只有單純的理論</p>	
<p>「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>課程有趣 有實作 不會無聊</p>	
<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達；「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)；「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	<p>推薦</p>	<p>老師和助教都很有趣人很好，課程很不古板</p>	<p>老師真的很棒，我很喜歡</p>
<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)；「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後</p>	<p>推薦</p>	<p>你料想不到下一堂課要幹嘛</p>	

<p>加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>			
<p>「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	推薦	有趣又好玩，遊戲中學習	
<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達；「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)；「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	推薦	好玩，有趣	可以給高分嗎
<p>「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）</p>	推薦	因為文科系的我們也可以很開心地學物理學。老師和三個助教都人很好。可以認識別系的人。	
<p>「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶；「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具；「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	推薦	很多實作讓人印象深刻，也不會很有負擔或很困難的操作。	
<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌？(用撲克牌做實驗統計)；「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加？(影響咖啡冷卻的因素有哪些？如何影響？)；「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	推薦	有趣	無
<p>「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	推薦	能用輕鬆的方式來認識物理知識	

<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布);「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	<p>推薦</p>	<p>比起其他通識課，沒有考試並且學到很多，寓教於樂。</p>	
<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>親自動手實做，取代刻板的教科書</p>	<p>可以把課開在白天或下午的時段，其他都非常好，感謝老師!!!</p>
<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>有趣沒壓力</p>	<p>時間有點尷尬 前後測很討厭 不知道有什麼用 經過一學期也不覺得物理知識有提升 在後側可以進步</p>
<p>「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬</p>	<p>推薦</p>	<p>可以用輕鬆有趣的方式學習物理</p>	<p>無，因為太棒了</p>

<p>達來了解所有使用馬達的生活工具;「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>			
<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計,在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>很涼,很甜</p>	<p>很棒</p>
<p>「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計,在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>很好玩</p>	<p>晚上上課雖然有點想睡,但是我還是撐著眼皮做完實驗啦~老師跟助教辛苦了</p>
<p>「這是你的蕃茄嗎?」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束:觀察與表達;「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	<p>推薦</p>	<p>很好玩,課程內容豐富有趣,而且也可以學習到很多有趣的物理常識</p>	<p>很棒^^</p>
<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>很有趣 可以動腦</p>	
<p>「這是你的蕃茄嗎?」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束:觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計)</p>	<p>推薦</p>	<p>連我這個物理白癡都能跟著思考了 課程內容真的深入淺出 幾乎上的每一堂課我都還記得</p>	<p>希望繼續開這種課下去</p>
<p>「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計,在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>比單純的上課可以記得更多東西、很好玩</p>	<p>很用心的老師和助教,上課真的很開心,但畫設計圖時對</p>

			於畫畫很爛的人有點困擾。
「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	將物理融入生活我覺得很棒 很喜歡這種動手做的上課方式 我以為上大學之後就不會有了	老師看起來真像教國文 勿
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具;「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡	推薦	可以實作很多實驗，每一樣實驗都非常有趣。是中央難得一見的好課	下次可以準備更大聲的麥克風，不然有時候同學太吵會聽不到
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	以輕鬆的方式理解物理，與過去上到生澀的物理課差別很大，更容易讓學生有興趣	覺得老師對課堂非常有熱忱，推出更多不同有趣的物理實驗
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	可以利用實作的方式學習物理相關的知識，讓人更加印象深刻	時間的安排可以再更準確
「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均（物理上的波茲曼分布）;「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	有趣好玩，跟平常單方面授課的方式不太一樣。	
「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶	推薦	蠻好玩的	

<p>「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計); 「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均 (物理上的波茲曼分布)</p>	<p>推薦</p>	<p>課堂具啟發性</p>	<p>老師人太好了 沒有建議</p>
<p>「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶; 「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>好玩</p>	
<p>「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?); 「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶; 「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>非常充實，每堂課都有不同的實驗，學習不同的知識</p>	
<p>「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?); 「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡</p>	<p>推薦</p>	<p>輕鬆有趣 可以學到東西</p>	<p>可以把熊貓叫成黑熊棕熊之類的</p>
<p>「這是你的蕃茄嗎?」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達; 「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計); 「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具</p>	<p>推薦</p>	<p>很涼 我說冷氣 開玩笑的 老師和助教都很認真 課程很豐富</p>	<p>自己選組員 有些人實在很雷</p>
<p>「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?); 「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶</p>	<p>推薦</p>	<p>在通識課裡真的很特別！負擔也不會太重，想推薦給喜歡實驗、喜歡動手做的所有朋友</p>	
<p>「這是你的蕃茄嗎?」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達; 「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶; 「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具; 「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模</p>	<p>推薦</p>	<p>熊貓</p>	<p>志廣，姜姜</p>

型並應用模型來預測未知城市是哪裡			
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	用有趣的方式學習枯燥無聊的物理，每次上課前都很期待	謝謝老師開這門課，讓我不再討厭物理(笑)
「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	在大學難得有一門課可以不用手機 而且可以很專注於課程上 學習品質高 比一般的通識有趣很多	
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布);「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具;「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡	推薦	我還沒厭世到不推好課 沒看過經費這麼多的課 讚	繼續用您淵博的學識教育把高中課程都丟光的無知大學生吧!
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與表達;「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計);「薪資遊戲」__ 從每個人月薪 4 萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布);「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?);「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內 100%安全地運送國寶;「猜猜這是哪一座城市」__ 透過圖表來建立模型並應用模型來預測未知城市是哪裡	推薦	老師會丟討論的主題，讓我們各組自己討論、設計實驗。表達清晰，讓我們清楚了解每次課堂要學習的東西。	很喜歡這堂課，謝謝老師。
「這是你的蕃茄嗎？」__ 科學繪圖的種類、科學研究的開始與結束：觀察與	推薦	原本以為文組學物理可能會有些困難	老師很讚!

表達		(抱歉不小心刻板印象??)，但老師以生動有趣的方式帶入生活中的物理學，讓我對於生活中的大小事物有更多的思考。	
「百萬名車大挑戰」__ 到底要忠於選擇還是換牌?(用撲克牌做實驗統計); 「薪資遊戲」__ 從每個人月薪4萬到社會的貧富不均(物理上的波茲曼分布); 「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內100%安全地運送國寶	推薦	可以學到很多實作和團隊合作，而且沒有期中期末考，不會有太大的負擔。	我覺得很好。
「咖啡歐蕾」__ 先加牛奶還是後加?(影響咖啡冷卻的因素有哪些?如何影響?); 「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內100%安全地運送國寶	推薦	用有趣又簡單的方式帶非本科系或是對物理喪失興趣的人了解物理，透過實踐直接感受理論，幾乎每堂課都很好玩!	老師人很好又很有趣!
「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內100%安全地運送國寶	推薦	物理實際操作很有趣	繼續保持!
「搶救國寶大作戰」__ 溜索的設計，在最快的時間內100%安全地運送國寶; 「簡易馬達實作」__ 自製馬達來了解所有使用馬達的生活工具	推薦	我覺得能夠透過組員集思廣益、分享想法來合力完成一個目標，是非常棒的事。也很喜歡這些有趣的實驗來學習科學思維、認識物理。	

## 2. 學校教學評量系統上的回饋:

### 1071 物理之美

▲老師富有教學熱忱，且樂於幫助學生 講課方式幽默風趣 一點也不乏味!! 是一個非常好的老師!!!!

▲老師的教學方法創新，我非常喜歡。學到做研究的方法，比學了一年後會忘記的物理知識有用

▲在課堂上可以做許多實驗讓我覺得很有趣，雖然要一直寫海報... 但是老師在物理的解釋方面都講解的簡單又明瞭，讓我更可以了解到物理是在做甚麼，也上的很開心~ 但是晚上這個時間點就真的有一點點小遺憾了... 助教...，其實都...還蠻活潑的~

▲很喜歡每次上課都能將物理原理轉化成實作的方式。每次小組的腦力激盪，以及教授的引導，都更能有助於我的邏輯思考。謝謝教授的用心，真的很喜歡這門課，也讓我對物理有不一樣的認識。

▲老師很棒

▲很喜歡老師的課

▲老師很活潑~~

▲教學熱忱十足，教授與助教都很樂意解決同學的困擾與問題。

▲我很喜歡這樣的上課方式！實驗有趣好玩，而且對於科學思考能力有幫助。我認為自己在修課後更明白何為邏輯、何為理性分析

▲老師真的很用心去設計每個章節的小實驗

▲小組不一定每個人都用心做作業,會給其他人造成困擾

▲希望評分各組的時間可以增加

▲老師準備很多內容，覺得不錯，然後助教很有趣

▲很棒，很像回到國中科學鐵人的感覺

▲授課時間可以再提早一點

## 1072 生活中的物理學

▲老師上課都很認真地講解，而且利用遊戲中學習的方式讓大家邊玩邊學，很有趣的課！老師也超棒！

▲挺有趣，但學期初、末寫的測驗不知道到底要幹嘛 還要寫兩次 上課內容對測驗進步感覺也沒有幫助

▲我真的很喜歡老師的課，這是我第一次會期待去上課，其實我覺得就算老師晚下課也不用補，因為我真的想多上一點... ps 助教人也很好喔

▲老師和助教都很用心，尤其是課程的設計與整體邏輯，還有讓我們做中學的內容，無一不顯露出老師對於教學的熱忱。我認為，這是我上過所有通識課當中，唯一一堂讓我有收穫的課程。如果中央大學可以有更多像是這堂課這樣的課程，怎麼會有愛翹課的問題學生出現？

▲課程設計有趣，不死板、很活潑，很喜歡這堂課

▲老師很棒，實驗很有趣