

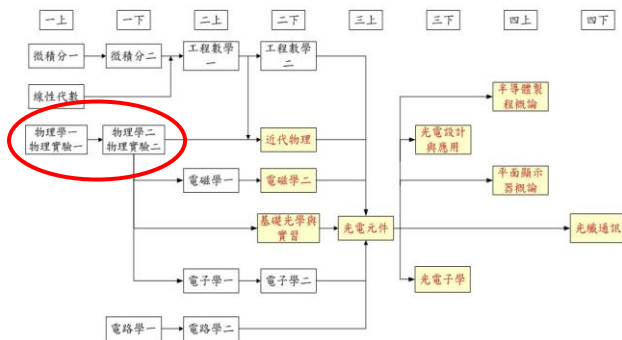
銘傳大學「課程重構計畫」-結案報告

物理學一

一、計畫動機

物理學是工程相關科系最基礎的科目，目的在建立同學科學的精神，學習透過嚴謹的觀察，推論歸納出萬物運行的規則，並藉此預測萬物的運作結果。在過去教學的觀察，同學進入大學前學習物理學的經驗與感受多數不佳，一是升學主義下的強記式學習方式，導致學習樂趣不再，另一是，物理包含許多數學計算，大量的數學計算也使得同學在學習上飽受挫折，而放棄深入體會。然而，對電子工程學系而言，物理學是最基礎的學科，未來從事電路設計，IC 電路設計，半導體製程，微波通訊以及光電產業，均是架構在物理的基礎之上(電子系課程地圖如下圖所示)。並且物理學是建構在客觀的觀察與紀錄，大膽的理論假說，重複的實證之後的結論，也強調開放的態度面對新的觀察現象，唯有透過千錘百鍊的驗證，才得以形成。若能於大一改變同學對物理學的感受，學習以科學的態度面對問題、解決問題，對未來朝電子領域的各項產業發展，都會有很大的助益。現在開放式課程風氣普遍，國內外許多大學都提供相關的影片與教材，期望透過網路上的資訊，讓同學了解如何在網路上找尋相關資料，學習如何自我學習，也透過網路上實驗影片，提升同學的學習樂趣與意願，改變對物理學的刻板印象。

「光電工程領域」學習地圖



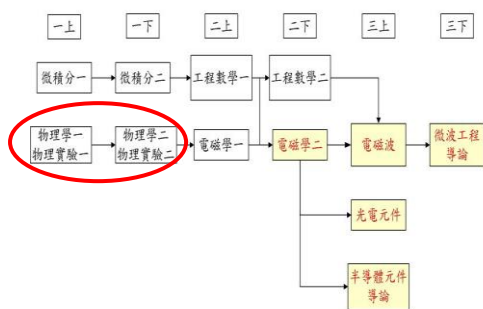
※黃底為選修課程
光電元件為核心課程，每學年開課。

「半導體工程領域」學習地圖



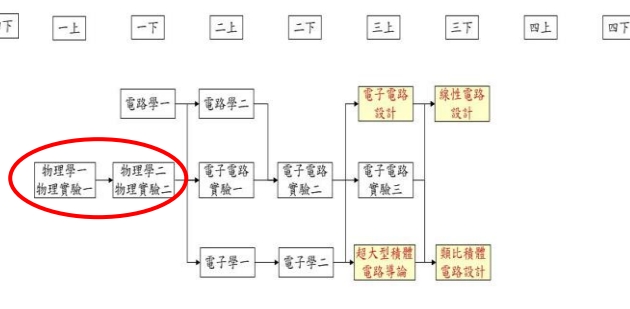
※黃底為選修課程

「電波工程領域」學習地圖



※黃底為選修課程

「晶片與系統領域(2)」學習地圖



※黃底為選修課程

二、 執行內容

教學目標

物理學課程為配合電子系的教育目標-兼具理論與實務的電子專業，與核心能力-運用數學、科學及電子工程知識的能力，旨在建立同學未來工程相關課程的學習基礎。其教學目標如下：

- 1.作為在電子工程領域進一步學習的基礎
- 2.應用物理定律與定理於其他學科

教學內容

物理學一課程內容在加深高中物理課程，作為學習後續工程相關知識的基礎，上學期內容主要為運動學，動力學，並引入能量的概念，最後則是考慮物體轉動的特性。課程規劃之教學成效如下：

- 1.簡略介紹物理的歷史
- 2.對日常生活中所接觸的現象與科技能了解其原理
- 3.了解物理學中各基本定律與定理
- 4.具備分析，解釋並解決物理問題的能力

教學活動設計

授課的方式將透過傳統講課，分組解題，實驗演示或影片觀賞與討論，專題實驗競賽等方式進行。教學的精神在以講課的教學方式外，配合小組討論、報告的方式進行，將多採用具有開放式答案的問題讓同學思考，避免僅透過特定公式，帶入數值後即可獲得標準答案的題目，活化同學的思考模式，跳出特定框架。而獨自進行思考容易陷入過去的生活或者學習經驗之中，透過小組討論，讓彼此

不同的思辯模式互相激盪，也可以讓學習成效較差的同學在其他同學的協助下，逐步了解物理學的內涵。

分組解題

在每一主要單元講課之後，將安排一題較為深入的題目，全班同學進行分組，約 3-5 人一組，進行 20 分鐘的討論解題，為確保每位同學均能投入討論過程，在討論之後將隨機抽點同學上台說明。

實驗演示或影片觀賞與討論

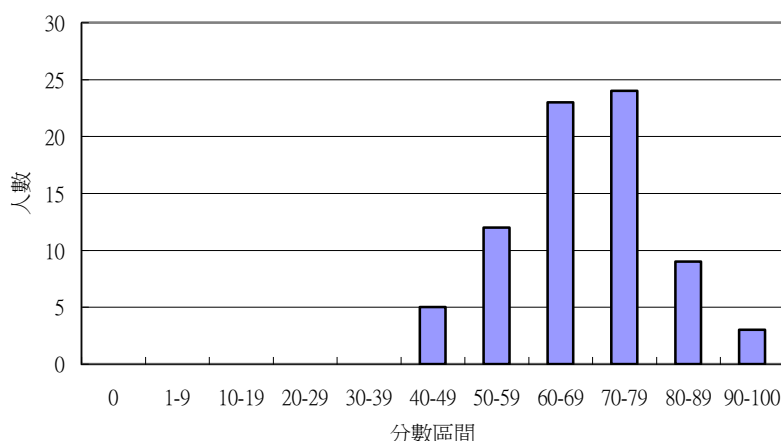
生活中運用力學相關的例子很多，將配合課程於課堂中演示合適的實例，對需要特殊實驗器材方能展現的實驗，則透過網路分享的實驗演示，讓同學更能夠有所體會。

專題實驗競賽

運用課程重夠計畫的雜支費用，提供作為同學實驗的經費，設計運用物理課程中所學的原理與知識，於學期末進行競賽。競賽項目初步規劃為如何使乒乓球能夠在空中飛行的時間最長。這當中可以活用同學學到的力學相關知識，也能了解如何運用艱深的物理定律，增進學習樂趣。

教學評量

教學成效主要是透過期中、期末測驗進行評估，下圖為學期成績人數分佈圖，平均為 67.7，標準差為 11.6，不及格人數為 17 人，佔 22.3%，這樣的成績與多年前授課物理學相比，略為改善。但由於兩次授課間學年度間隔較大，成績比較的意義並不明顯。



三、計畫成果

課程實驗過程

物理學為電子系大一必修課程，此次課程修課人數為 70 人，其中大一人數為 52 人，其他 28 人為重修學生，組成多為大四學生計有 20 人，大三學生 8 人。物理學為大一必修課程，恰巧為新生大學的第一堂課程，初期授課速度刻意調整較為緩慢，加上一週放假，學期授課進度的壓力較大，因此，雖然分組解題的方式可以讓同學透過討論學習課程內容，但由於花費的時間較多僅於學期初進行一次。

影片觀賞與討論

物理學是為探究自然界運行規則所建立的科學，但畢竟於課堂實際操作實驗並不是所有都適合，為使課程教學方式多元化，而不是侷限在理論推導與數值計算，透過播放不同的實驗影片，讓同學觀察實驗結果，進而體會物理背後的概念以及呈現的方式，使物理課不再是許多公式的堆積，加上複雜的數學計算。



配合課程進度，播放的影片清單

Unit and Dimension

Powers of Ten: <https://www.youtube.com/watch?v=0fKBhvDjuy0>

Newton Mechanics

Monkey and a Gun: <https://www.youtube.com/watch?v=cxvsHNRXLjw>

Low Friction Atwood Machine:

<https://www.youtube.com/watch?v=4ovhEkSIqV0>

Free Fall

Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber:

<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs&index=6&list=PLM1JGTtb>

aN4Ayx2p2WnLOw0lGBX90A_NO

Center of Mass

Center of the Mass trick: <https://www.youtube.com/watch?v=Hj-NX0xtcVY>

Energy Conservation

For the Love of Physics - Walter Lewin:

<https://www.youtube.com/watch?v=4a0FbQdH3dY>

Rotation

Gyroscope: https://www.youtube.com/watch?v=cquvA_IpEsA

Wheel momentum Walter Lewin:

<https://www.youtube.com/watch?v=NeXIV-wMVUk>

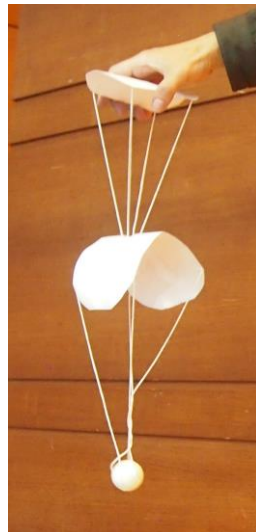
實驗演示

於課堂中展示一些日常的現象，並藉由所教的原理解釋，以加深對原理的認知，降低對物理的恐懼，提昇學習興趣與動機。這學期所展示的實驗是直立雞蛋。端午節正午立雞蛋的傳統，大部分同學都曾聽說也嘗試過，但這是一種不穩定平衡，需要多次嘗試，小心地擺放才有機會成功。課堂中配合轉動(Rotation)的介紹，讓同學體驗如何利用轉動將雞蛋直立，這原理與陀螺能夠直立，騎腳踏車的原理相同，日常生活中已有很多的實際應用，但多數未曾仔細思考其中的原理。圖中兩個雞蛋並不相同，標示 **A** 的雞蛋是生雞蛋，未標示則是煮熟的雞蛋，生雞蛋因為內部為流質，無法透過旋轉產生足夠的轉動慣量使之站立，煮熟的雞蛋則很容易經由旋轉使雞蛋直立，兩種不同情況的比較可以了解轉動慣量的重要性。



專題實驗競賽

專題實驗競賽的方式是於學期初將全班分成9組，每組約8-10人，對同一主題進行開放式討論、規劃與設計，最後於學期末進行競賽。此次所規劃的主題是增加乒乓球自由落下的滯空時間，使用相同份量的材料(紙張,棉線,膠帶,乒乓球)，發揮創意設計結構，於期中考後各組須先繳交一份實驗設計計畫書，說明設計示意圖與增加滯空時間的原理，並於學期末進行競賽，考慮安全性以及避免戶外空氣流動的變因，競賽場地位於體育館一樓，下圖為競賽過程與數個不同的設計方式。



執行成效評估

重構課程中新增三項元素：相關影片播放、課堂實驗與專題競賽。於課堂中播放 8 段相關影片，一次實際操作的課堂實驗(另也嘗試兩次示範實驗：不倒翁及穩定旋轉條件)，及期末的專題競賽。從期末問卷調查開放式回答題目，關於“回顧這學期的這門課，讓您印象最深與課程的學習相關的事件、話題、人物是什麼？想給授課教師什麼建議？”的結果如下。明顯的，這學期提出的教學改變對同學而言確實是有深刻感受，特別是在分組競賽上，每一組都有相當特別的創意，也多少讓同學體會到一些樂趣。

- 降落傘 (12 人回答)
- 乒乓球實驗 (6 人回答)
瞭解實事求是的能力。實驗是為了證明人們的假想與實際動手做的精神
- 最深刻的就是與組員討論降落傘的形狀吧！各種奇形怪狀都有，最後融合大家意見試飛，做成最佳降落傘。如果時間能給久一點的話，每組的表現應該會更好吧！
- 事件：自由降落實驗；話題：做實驗；人物：影片的老教授。需要中文 ppt，複習起來比較方便
- 有一個無重力空間的影片和降落傘實驗，希望能多一點的帶學生計算
- 立雞蛋，再給我一分鐘，我一定可以立起來
- 分組競賽很有趣
- 實驗很有趣

成果與反思

此次課程重構的目標是在現行的教學模式中加入其他元素，提昇學生的學習動機與學習興趣，計畫於課堂中引入影片與實驗操作，改變過去傳統制式教學授課方式，增加講授時的趣味性，但不失專業性，由同學期末的回饋中，可以知道整體效果不錯，可適時讓緊繃的課程有一些緩和的調劑作用，並且，對整體課程進度影響不大，建議未來可以持續嘗試。

另外，分組實驗競賽同學也有很深刻的印象，競賽確實是一種提昇學習動機的方式，選擇適當難度的題目，給予經費的補助，研究一個沒有標準答案的實驗，對學生而言是一個很有趣的經驗。但這次執行時，受限時間的規劃，以及大一新生普遍對實驗的規劃與計畫書撰寫未能有足夠的訓練與能力，因此，幾個面向是未來需要特別注意：

1. 執行時須與同學安排固定時間討論整體設計的原理，或者，訂定查核時間點，避免整個討論的進行集中於競賽前一兩週。

2. 競賽結束後，要求各組分析設計成果並提出改善建議，完成後的反思與回饋，能得到最好的學習成效。

這學期的課程，恰巧碰到一次放假，以及期初為使同學適應大學生活，授課進度刻意延緩，導致最後時間有一些緊迫，幾項措施進行的比較匆忙，細節未能確實實現，這部份是需要檢討。所幸，最後的問卷調查結果顯示，提出執行的措施都帶給學生相當深刻的印象，相信下學期會比較不害怕物理，比較能重拾對物理的興趣。

四、 建議與改進

撰寫結案報告的階段看到 2015 年 Harvard 大學針對 Course Transformation 的成果，在網路上分享的影片(連結如下)。課程重構計畫中 assessment 是很重要的，這可以評估 transformation 是否有效？但現行課程重構計畫中學生學習成效的 summative assessment 是由執行計畫教師進行，這易發生偏差，未來是否可以考慮如同 Harvard 的方式進行，由兩位教師組成，一位專心於課程重構的執行，一位致力於學生學習成效一致性的評估，並且，將計畫期程拉長至能夠評估重構前後之差異性，如此結果將更具說服力。

Assessment to Improve Student Learning: Transforming a Large Physics Course at Harvard: <https://www.youtube.com/watch?v=M9ZZbHVKI94>