

## 中國文化大學教師教學創新暨教材研發獎勵期末成果報告書

壹、計畫名稱：利用自製動畫模擬程式，提高物理教學成效

貳、實施課程、授課教師姓名

實施課程：通識：物理學（註：本教材與教法也在授課教師的另一堂通識課：

「物理學與創意思考」中實施)

授課教師姓名：鄒忠毅

參、前言

背景：

「通識：物理學」課程希望教導非物理系的大學部學生，學習物理學中的科學方法激發出同學創意思考的能力。同學在期末學習後，需要掌握到定性的物理學知識，並能夠以小組為單元，完成一組具有物理意義與人文思考的遊戲程式。希望同學在修完課後：在知識面上，能夠有趣卻不失深度地學習物理學，即使非物理系同學也能掌握物理科學的基本方法與知識。在情意面上，能夠連結物理學與人文社會學科同學專業的關係，鼓勵同學將物理科學的知識與方法運用在各專業中，激發同學永續學習的動力。在技能面上，學生能夠透過專長分工的小組活動，培養同學們跨領域學習的習慣與能力。

具體的實施重點有二：

- 1，用有趣的方法來進行跨領域學習。本課程希望讓同學透過玩電動玩具與寫出簡單的小遊戲，來理解這些電玩背後的物理現象與理論。課程設計大約分兩部分，前半學期著重在用活潑的方式講解科學方法，與力學、電磁學、統計力學、近代物理等物理原理，並利用一個名為“Easy Java Simulations”的 Java 程式產生器，學習寫作簡單物理模擬程式。希望藉由實際寫作簡單的程式，加深同學們的印象。進而培養同學邏輯推理的能力與習慣。後半學期一邊協助同學發展期末成果，一邊介紹統計物理與跨學科研究(生物物理、社會物理、經濟物理、能源問題)的發展。希望藉由介紹物理學與其他學科的跨領域研究成果，引起同學對於跨領域合作的興趣。
- 2，藉由完成期末成果來體驗跨領域合作。在課程中，同學必須學習電腦遊戲的製作，而且各組在學期末必須完成程式並加以展示。為了完成小組的成果，同學也必須經歷軟體發展過程中，企劃、技術與管理各種角色間的衝突與合作。

計畫的需求：

但是在過去實施時，在提高知識承載度方面，有一些困難存在。由於物理學具有一定的學習門檻，學習是總是必須面對以下困難：物理問題與現象的具體化、簡要化、數學描述、細部深入、整體展現、物理量與控制參數間的關係。也因此我採用了不同的課堂教學方式(包含：口頭講述、簡報補助、影片觀賞、實物演示教學、

電腦模擬動畫示範、學生實作)，來提高教學效率。其中我覺得電腦模擬動畫示範的效果最好，因為：1. 它可以任意設計主題，有趣而深入地學習物理學。2. 可以利用互動方式，引導同學學習物理定律與現象。3. 可以針對不同同學需求，讓同學們彈性使用教材。4. 最後還可以訓練同學製作動畫程式的能力，增強就業競爭力並培養終生學習動機。

### 目的：

可是目前我所知道的能使用的物理教學動畫模擬程式，我覺得不論質與量都還不符合我上課的需求。所以我希望透過這個計畫，製作一批教學用的物理模擬動畫程式，寫出相關單元的教案並運用在課堂上，最後希望訓練一些學生學習程式製作。

## 肆、計畫特色及具體內容

### 計畫特色

1. 使用自由軟體來製作物理動畫，不須負擔大額軟體與版權費用。
2. 依照課程規劃來建立物理動畫程式，可忠實達到課程設計要求。
3. 設計出內涵物理動畫模擬的單元教案，豐富教學內容。

### 具體內容

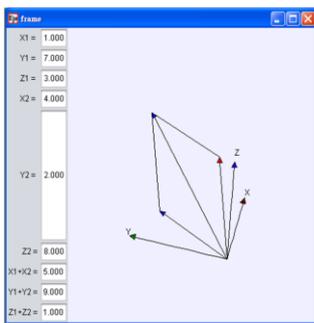
首先介紹我們使用的物理動畫模擬軟體。

Easy Java Simulations (以下簡稱 EJS) 是由西班牙的 Francisco Esquembre

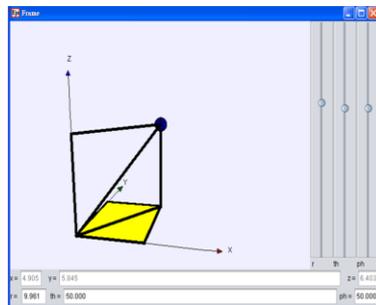
所主導發展出來的一個 Java 動畫模擬程式產生器[註 1]。使用者可以利用它簡單地製作出物理現象的模擬動畫。EJS 具有合法、免費、簡單操作及跨平台使用等自由軟體的特色，特別適用於學校教學與學習。對於物理系的同學來說，使用 EJS 不必太費心於程式設計細節，反而可以專心在程式裡物理現象的學習中。

師大物理系的黃福坤老師，在這套工具的發展與推廣上，做出了重要的貢獻。他不但對 EJS 進行了中文化，在黃老師的物理示範教學網站中，更有許多關於這套工具的範例與介紹[2]。黃老師在物理雙月刊上，也寫了關於 EJS 的介紹[3, 4]。另外，在 Open Source Physics 網站上也有很多範例[5]。申請人在物理雙月刊（卅五卷一期）的自由軟體專欄，也寫了”漫談寫程式：Easy Java Simulations”專文。其中包含了 EJS 的安裝與簡易操作說明及建立 EJS 動畫模擬的步驟[6][附件一]。

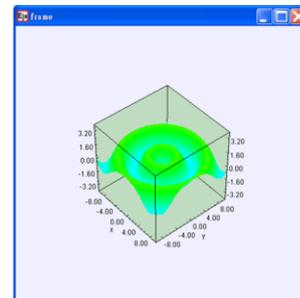
過去幾年，我們已完成了許多範例程式，本學期我們又增加不少。以下是部分例子：



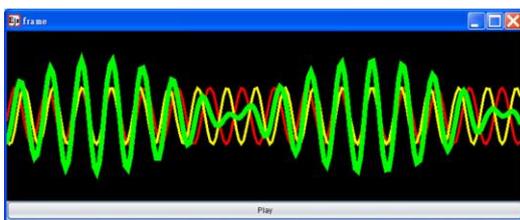
向量基本運算



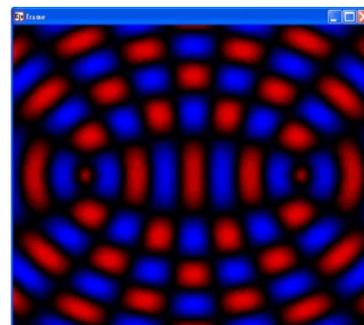
卡式座標與球座標轉換



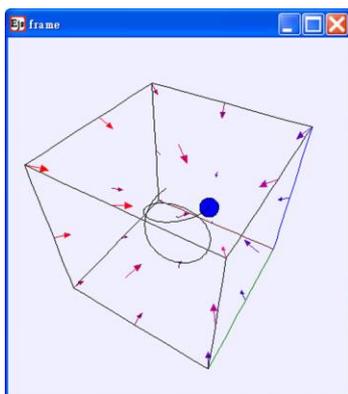
波的性質：3D展示



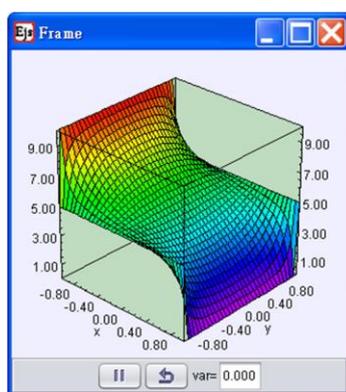
波的性質：1D



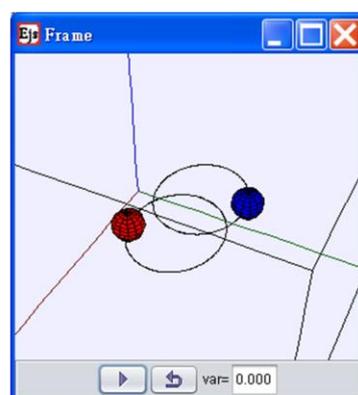
波的性質：2D



3D 向量場



Laplace 方程



兩顆帶電粒子

更多的例子，請參考附件二(通識：物理學程式清單，及部分執行畫面)。

以下就是我們執行方式與程序。

1. 使用自由軟體 Easy Java Simulations 來製作物理動畫。
2. 建立配合相關動畫程式的單元教案設計、上課簡報投影片與相關文件。
3. 在課堂上執行單元教案，利用自製動畫程式展示物理現象的原理與形成條件。
4. 在課堂上利用互動方式，引導同學參與與學習程式製作過程。

提供引導式教學文件，讓同學能在家完成各式練習程式。

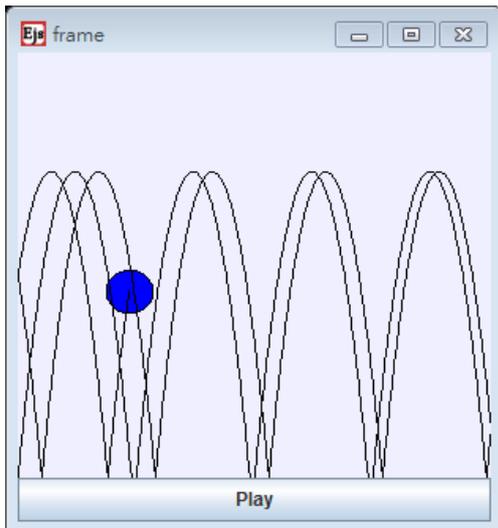
## 伍、實施成效及影響 (量化及質化)

### 1. 建立程式製作教案、示範影片與範例程式：

(1). 基本安裝與使用。

(2). 主題：跳動的球。物理內涵：牛頓運動定律、拋體運動、彈性碰撞。程式

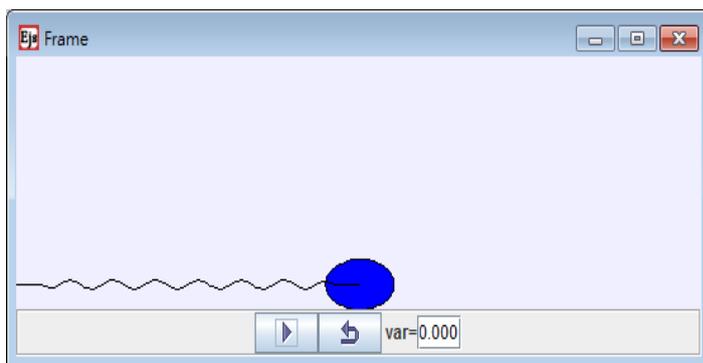
技巧：參數與變數、微分方程的近似解、判別指令 IF 的應用。



跳動的球：(左圖) 執行畫面。(右圖) 編輯及執行畫面

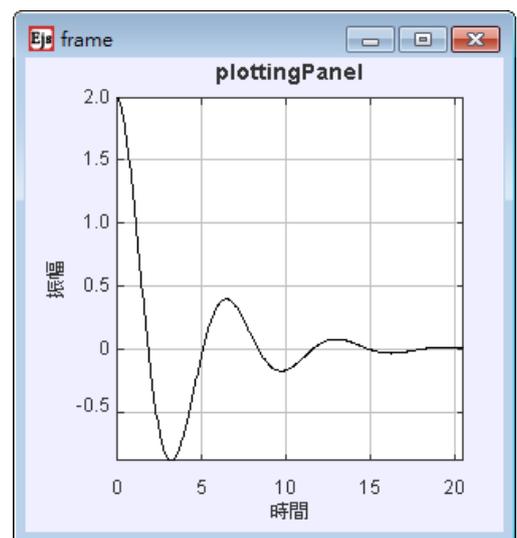
(3). 主題：振動的彈簧。物理內涵：能量守恆、阻尼運動、相圖。程式技巧：

函數繪圖、物件使用。



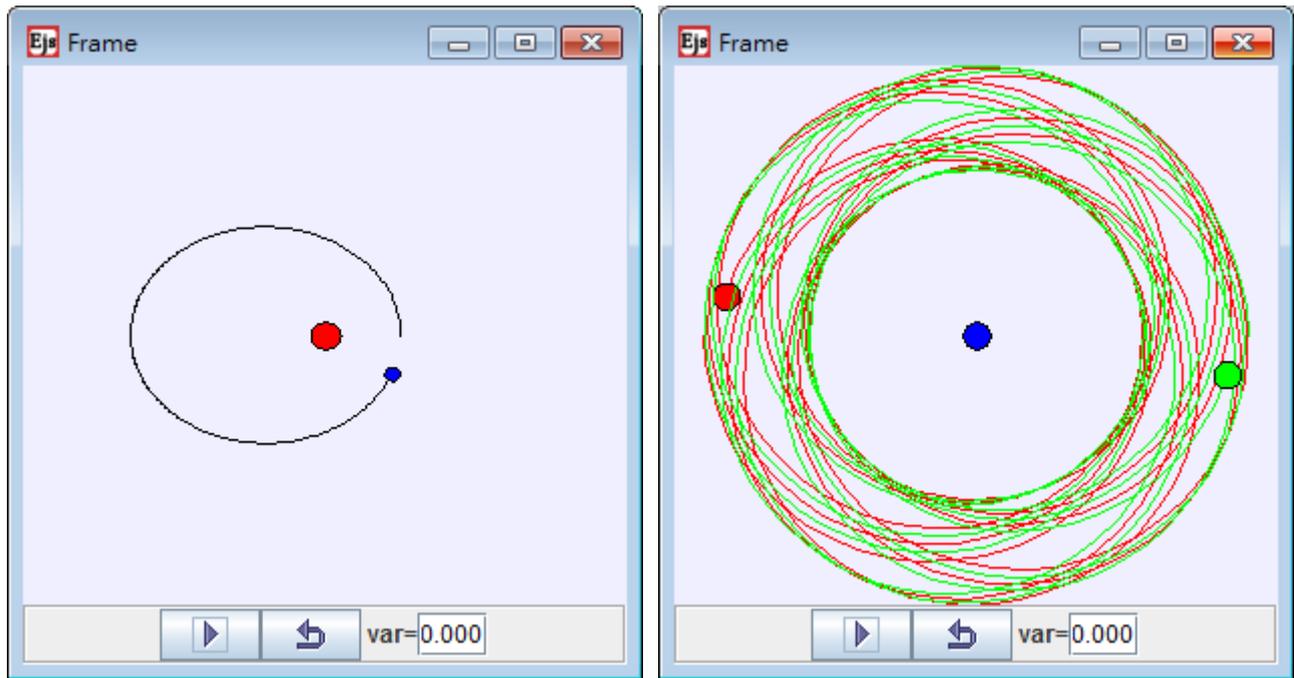
有阻尼的彈簧：(左圖) 執行畫面。

(右圖) 相關物理量圖。



(4). 主題：行星運動。物理內涵：克普勒定律、中心力問題、脫離能。程式技巧：

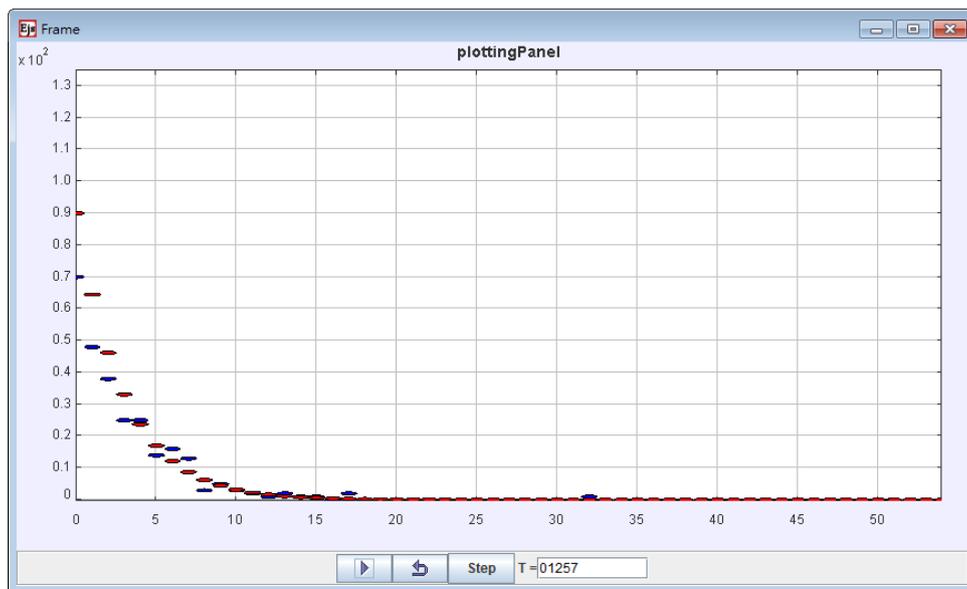
自訂函數、參數間關係。



行星運動：(左圖) 克普勒定律中的橢圓軌道演示。(右圖) 示範三星問題的複雜性。

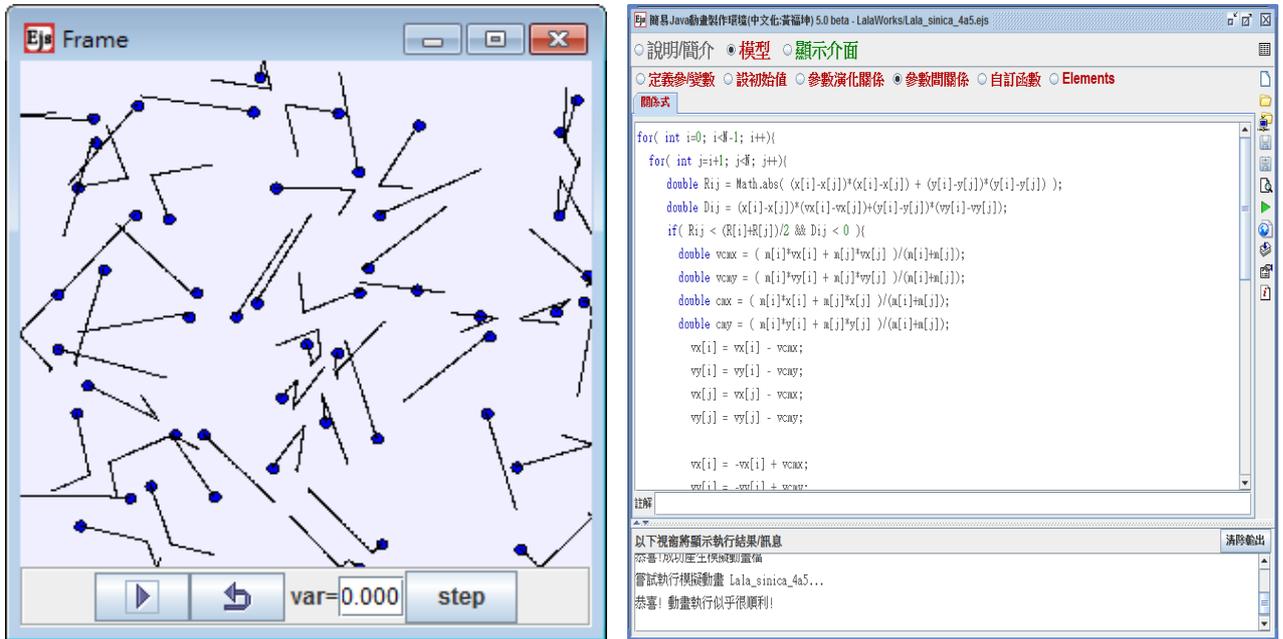
(5). 主題：波茲曼能量分布。物理內涵：統計物理簡介、統計分布介紹。程式

技巧：陣列、For 迴圈。



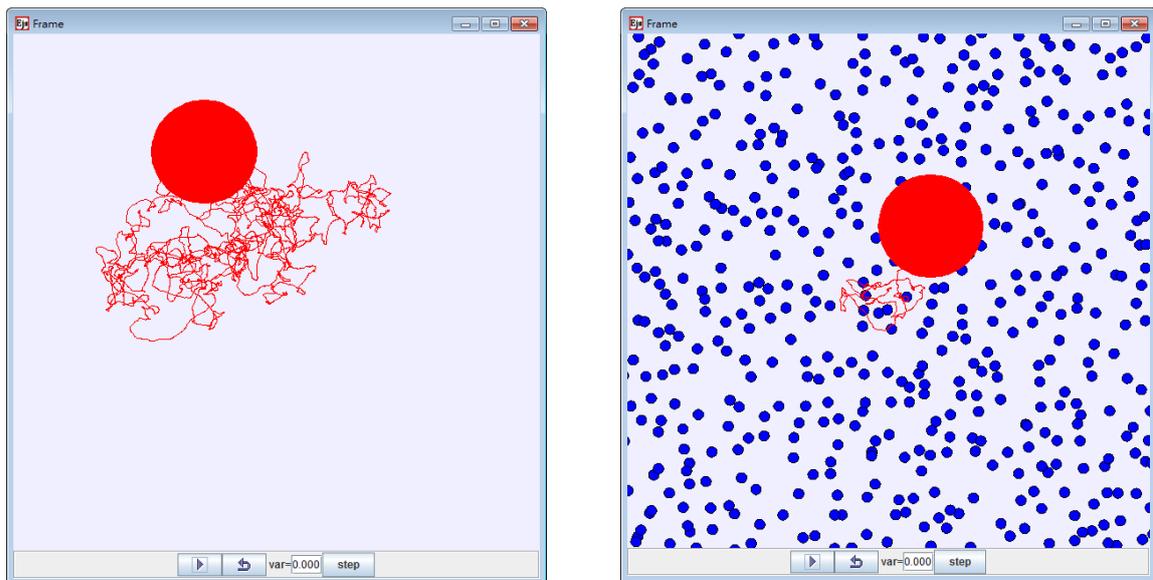
波茲曼能量分布：(藍點)模擬結果。(紅點)理論預測。

(6). 主題：理想氣體。物理內涵：理想氣體簡介、彈性碰撞。程式技巧：while 迴圈。



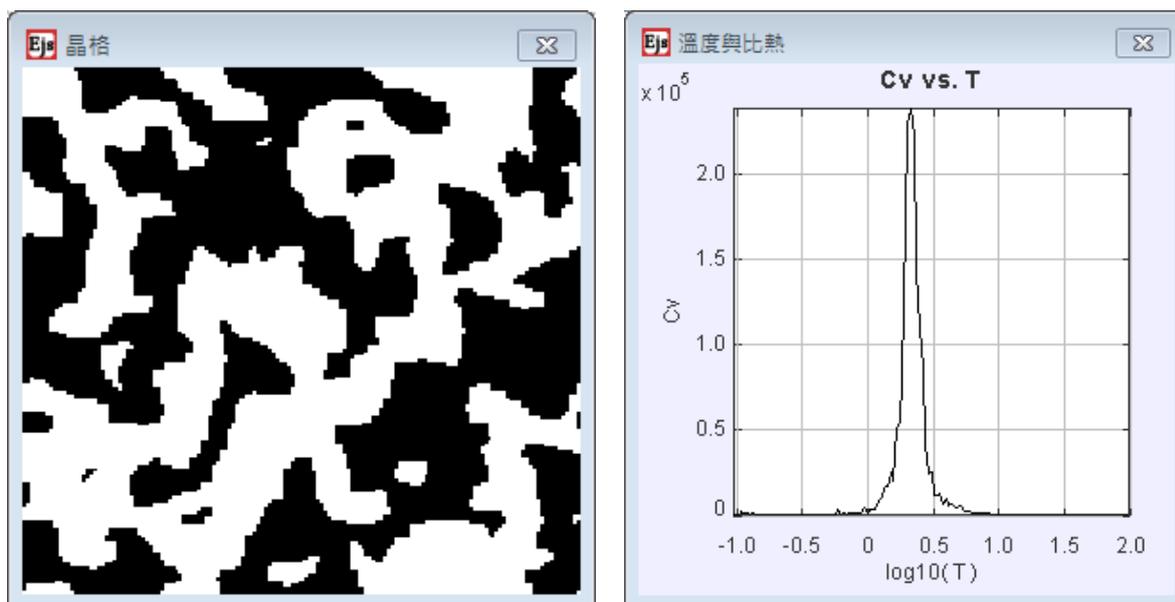
理想氣體：(左圖) 執行畫面。(右圖) 彈性碰撞程式碼的一部分。

(7). 主題：布朗運動。物理內涵：無規行走。程式技巧：變數變換。



布朗運動：(左圖) 只繪出大粒子。(右圖) 繪出全部粒子。

(8). 主題：物質的磁性與相變。物理內涵：物質的磁性，Ising Model



Ising Model : (左圖) 磁域的形成。(右圖) 溫度與比熱圖。

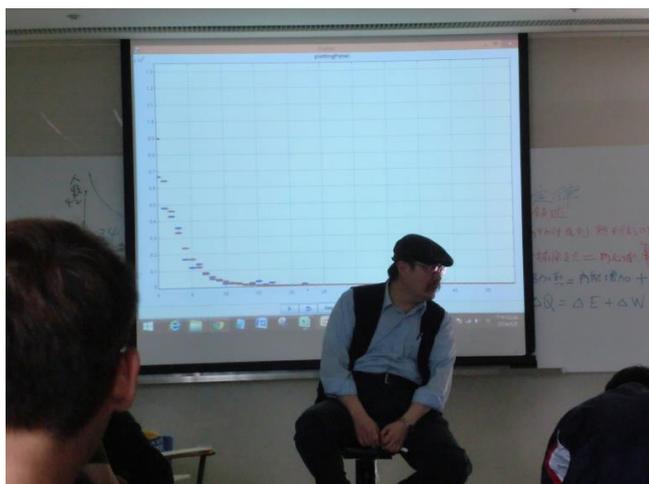
## 2. 程式寫作工作坊

因為程式寫作，必須要仔細指導和多練習，所以課堂上我只做示範和教最基本的方法。目的只是在提起興趣。可是各組期末要完成一個小遊戲，怎麼辦？只好希望同學下課來找我和助教，或參加程式寫作工作坊。我在 2014/5/4, 2014/5/18, 2014/5/24, 2014/6/1, 2014/6/8 日於物理系電腦教室舉行了工作坊，各組期末都做出了好結果。



程式寫作工作坊 : (左圖) 電腦教室上課。(右圖) 討論與午餐。

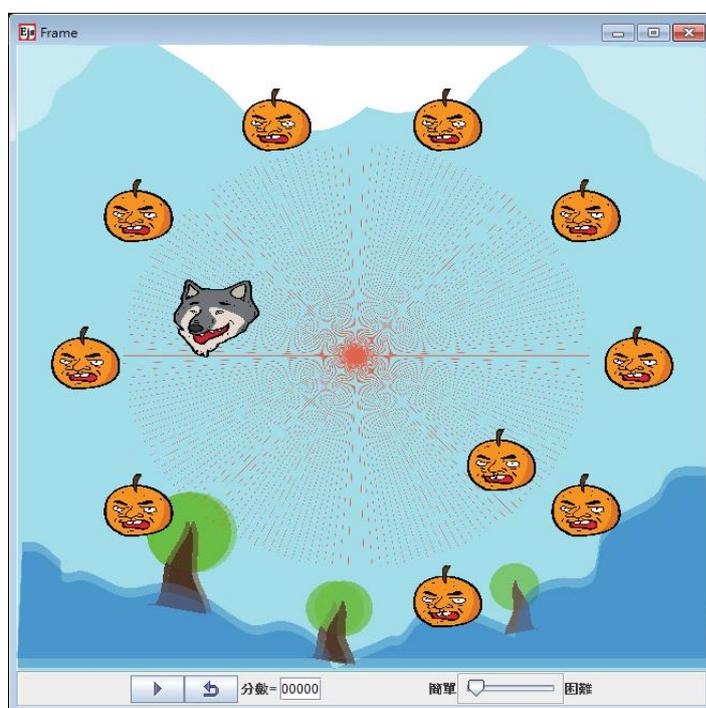
3. 在課堂及工作坊中實施教案與演示範例程式。



(左圖)講解波茲曼能量分布。(右圖)示範偏振片

4. 同學在期末發表會中程式。

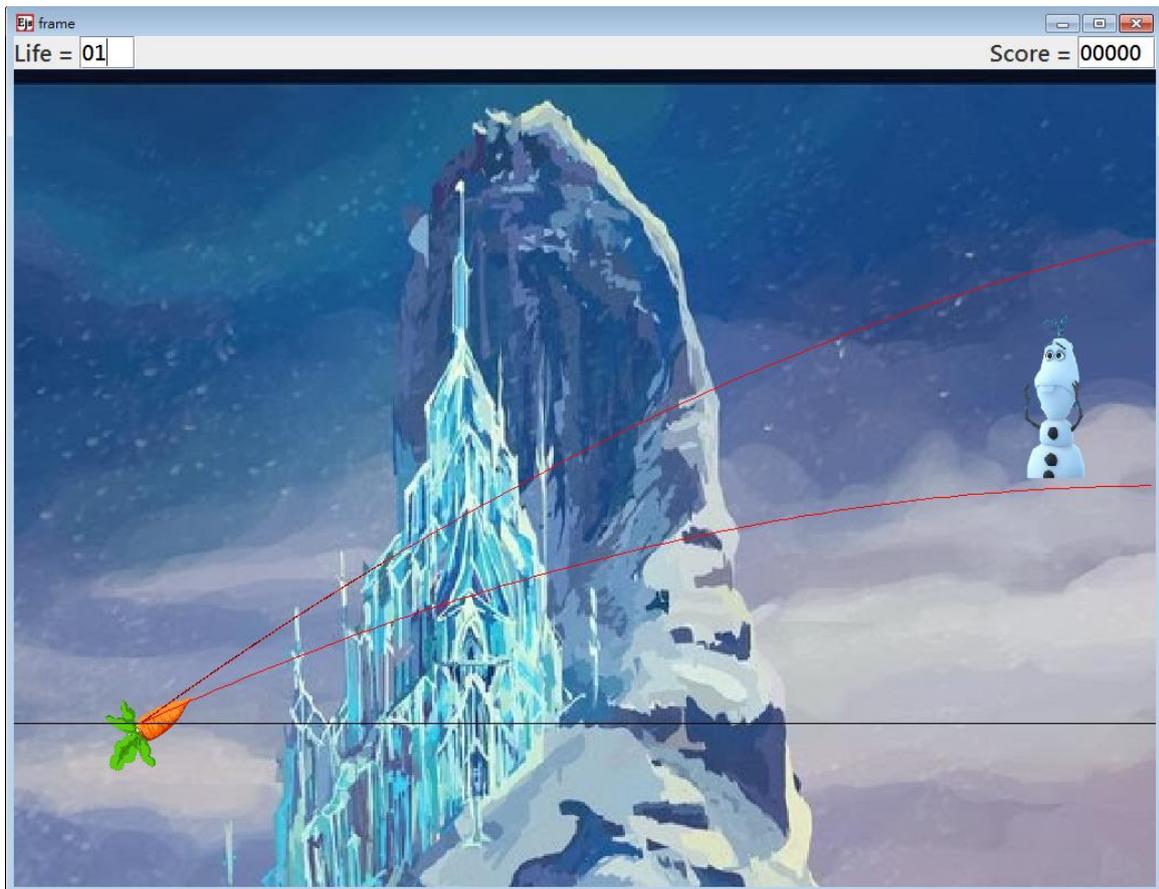
以下是兩個相關課程（通識：「物理學」與通識：「物理學與創意思考」）的同學成果選輯。



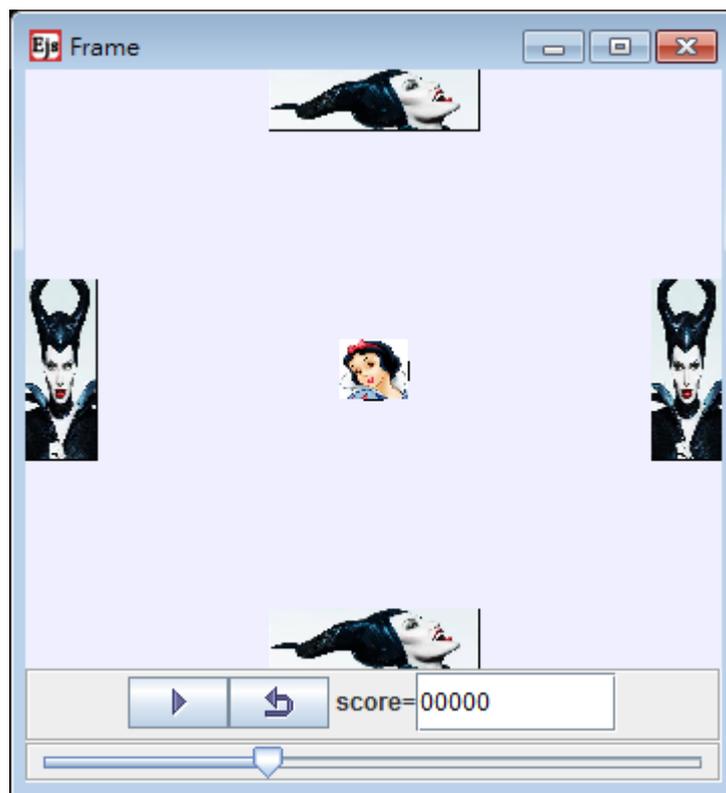
同學作品(1)



同學作品 ( 2 )



同學作品 ( 3 )



同學作品 ( 4 )



同學作品 ( 5 )



同學作品 ( 6 )



同學作品 ( 7 )

## 陸、結論

用電腦模擬動畫示範，的確可以使上課更生動有趣，提高學生學習動機。而且電腦模擬動畫可以展示物理定律與現象的關係。透過改變參數，同學可以了解，各物理量（力、位置、速度、時間、能量。。。）之間的關係。大幅提高本課程的知識乘載量。

我基於此計畫所編寫的單元教案、課堂投影片、示範動畫程式，不僅可在本課程實施，也實際應用在我的其他課程。也許在未來還可以將此方案推廣給其他老師。

透過專長分工的小組期末程式製作活動，的確可培養同學們跨領域學習的習慣與能力。雖然非理工科系的同學欠缺程式寫作基礎，但是透過額外的程式寫作工作坊，同學也完成了不錯的期末成果。

## 柒、執行計畫活動照片



上課搶答



課堂演示1



課堂演示2



分組活動



期末發表

## 捌、附件

附件一：物理雙月刊上關於動畫模擬程式產生器（Easy Java Simulations）的介紹文章。

附件二：上課範例程式列表，與部分執行畫面

### 參考資料：

- [1] Easy Java Simulations 官方網站：<http://www.um.es/fem/Ejs/>
- [2] 師範大學物理系黃福坤老師的“Demolab 物理教學示範實驗教室”網站，特別推薦物理教學動畫課程。網址：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/moodle/>。
- [3] 黃福坤，物理雙月刊（廿八卷三期）2006年6月，536-543頁。
- [4] 黃福坤，物理雙月刊（卅一卷四期）2009年8月，341-352頁。
- [5] Open source Physics 的網站：<http://www.compadre.org/OSP/>
- [6] 鄒忠毅，物理雙月刊（卅五卷一期）2013年2月。

### 備註：

1. 本報告書大綱得視需要自行增列項目。
2. 成果報告書須另以光碟儲存，並附加執行計畫活動照片電子檔。