

物理教學示範實驗室－網站簡介(一)

黃福坤
國立臺灣師範大學物理系

緣起

由於在國立臺灣師範大學任教，除了一般的教學與研究工作外，更常常需要參與中學物理教學與輔導等相關工作，例如：科展評審，自然科學能力競賽，資優生研習營等工作。這些年來又參加物理中學生奧林匹亞競賽國家代表隊選訓小組的工作。在經常與中學生接觸的過程中，對於我國學生的物理教學有一番深刻的感觸。

雖然我們的學生很早就開始學習物理，似乎也學習了不少的物理知識，但是大多數的學生並未能真正吸收物理的概念，差別的是記憶了多少物理解題方法。多數學生視學習物理為畏途，只為了聯考要考不得不『唸物理』。但是物理不能光用唸的，必須用腦思考，體會其中的概念。以下幾個小事件，讓我感觸特別的深刻：

某次選拔免試保送大學物理系的高中資優生研習營，我出了一個在一般參考書籍也常見的問題，『將四塊相同的長方形木塊，在桌子邊緣一塊塊的向外往上堆高，如何的擺設時可以有最長的長度，但卻必須能維持靜力平衡（不倒下）』。當正確擺設時，最上面一塊的內緣會在桌子邊緣的外側。我同時也出了一個利用完全相同概念的問題，將木塊改為『樂高積木』。只是積木疊在一起時只能有少數的相對位置。這可以說是原來题目的簡化題型，由於積木會卡在一起，因此只要解一個靜力平衡方程式。原先木塊的题目，不僅兩木塊間的相對位置可以連續的變化，而且每一塊與其上面的所有木塊皆需滿足靜力平衡的條件，也就是需要同時解四個聯立方程式，這兩題需要的解題方法完全相同。我還特地買了積木給他們實際練習。可是測驗結果竟然比較難的木塊題目，大多數的人都會解（超過 90%），可是比較簡單的積木問題卻少於 10% 的同學答對。有很多同學甚至不知道如何下手。

比較難的題目，多數人能夠答對，可是更簡單的題目卻只有少數人能答出。差別在於簡單的題目是我所想出來的新題目，過去他們沒有見過。我相信學生在坊間參考書上會見過較難那個题目的解答，這是比較合理的解釋。從此我開始思考『學生會解題，有可能是記憶了解題方式而並不見得理解了物理概念』。他們只是將記憶過的解題方法寫出來而已。更多的同學是考完試後便逐漸的遺忘所曾『記憶』的知識。這是很自然的現象，如果學生真的體會出物理的概念，就如同學會騎單車一般，雖然十年沒有騎單車再

次嘗試時會有些生疏，但總不至於完全忘記吧！

再提另一事件，過去數年來我均參與高中生能力競賽的評審工作。我每一年都會帶著一把游標尺，當學生在實驗測驗時，隨意調某一刻度，請學生告訴我所測量的長度是多少。大多數的學生看了游標尺後，拿起計算機按了好一陣子，或者拿起筆馬上計算起來。然後告訴我正確數值（但有時有效位數不對）的答案。腦海中浮現車床技工工作時，用游標尺量一量工作物，取出計算機算出長度，再繼續工作的笑話。學習游標尺，除了理解它的原理外，更重要的是能夠實用。如果聯考考游標尺的題目，學生會認為是送分題。但是連各校精選挑出來比賽的同學都不能正確的使用游標尺。這樣的學習方式難怪很多數學生會怕『讀物理』。

個人認為中學生學習物理，除了教導有用的物理知識，使他們能應用於日常生活中或工作環境裡解決問題外，更重要的是『訓練思考與解決問題的能力』。物理也有它趣味，有意思的一面，只可惜大多數同學採用了最沒有效率學習物理的方法——看參考書，補習與記憶。於是大多數的同學未能體會物理的樂趣與應用，往往考試完畢，又交還給老師了！

為了提昇學生的學習興趣並引導正確的思考方式與學習方法，這幾年來，我收集整理並且設計改良了約三四十種物理教學的示範實驗。其中不少器材都是日常生活中容易取得的。將物理的概念，以問題的方式呈現，配合趣味性的引導，然後當場表演示範。例如：小氣球吹大氣球（兩個一樣的氣球，一個吹得較大，另一個小很多。套在有開關的管子兩端，等開關打開時，氣球後來會如何變化呢？），光線轉彎了（雷射光透過穿孔噴水的保特瓶）... 等。曾經獲邀在台北附近幾個高中（建中，北一女，成功... 等）以及國中演講示範過。不僅學生覺得非常有趣，連很多國中、高中老師研習時，都興趣盎然。利用簡單有趣的教學示範實驗，讓學生從觀看以及實際操作中，學習了物理知識並真正領悟物理概念。我示範時並不直接告訴學生為什麼會有那樣的結果（這是大多數學生所期待的，我們已經將學生訓練成不想自己思考，只想知道標準答案的學習模式）。我的開場白是：今天各位會看到很多有趣的現象，有些很像表演的魔術。但是他們都是運用很簡單的物理概念便可以理解的。如果同學們肯自己思考所看到的現象，並且提出說明，我會另外以問問題的方式，引導同學自己想出答案與原因。但是如果沒有人回答，則各位只會看到表演，我不會說出為什麼？

於是同學們會開始主動思考，雖然由於不常練習，有時候思考方向不太對，我會用問題提示他思考的方向。最後的答案必須由同學自己回答。他們發現思考問題不再是那

樣的困難。偶而他們也會產生精闢的見解。我們的學生並不是不夠聰明，只是他們的理解與自由思考的能力往往被壓抑了。小孩子是最會問問題的，但是學校的所謂『(對考試)有效率的學習方式』將學生的問問題的習慣給"有效率的"消除了！學生所想要知道的是『題目的標準答案』，而不是如何得到答案的思考模式與解決問題的方法。

當我發現『物理示範實驗』是個有效的輔助教學工具，我很希望能更積極推廣『物理教學示範實驗的輔助教學方式』。當然每位中學教師目前已經有沈重的教學負擔，要求教師自己多花時間去準備與練習物理示範實驗，是個沈重的負擔。我在暑期教師研習班所推廣的概念是：如果每一位教師一季或一年只準備設計一項物理示範實驗，就不會是沈重的負擔。然後教師們再互相交流經驗，溝通呈現與器材準備的方式。雖然每人只設計一樣，但溝通後就成為三四十件新的物理示範實驗。但是只靠個人演講，示範與暑期教師研習的影響有限。因此希望能透過網路加以更有效率的推廣，只是個人缺乏拍攝與轉換成電腦檔案的專業技術。至今仍未能完全將將示範實驗拍攝並放在網頁上（繼續努力中）。去年暑假快結束時，無意中接觸了 java 程式。發覺它透過網路傳輸，更能在不同電腦作業系統下執行的優點。又觀賞到美國奧瑞岡大學(Univ. of Oregon) 寫成的 Java 物理動畫。利用電腦動畫模擬物理實驗的情景，透過滑鼠與鍵盤的參數輸入，構成『虛擬物理實驗室』(Virtual Physics Laboratory)。感覺效果應該會不錯，而且改良學生學習時『空間』與『時間』的限制。在全球各地的學生都可以透過網路學習，沒有上下課的區別。即使學習時有問題，也可以透過電子郵件很快相互溝通。

於是開始構想：為何不自己也來試一試！便開始學習 Java 程式的寫作，（註：我個人當時已經會寫 C 程式語言，正在自學 C++物件導向程式，Java 和 C++程式的精神一致，且語法很接近）。一個月後，我完成了第一個物理動畫程式－透鏡成像。也另外寫了英文的網頁，並在全球物理 java 動畫的主要網站 TIP/TOP VLAB 向站長登記註冊。收到他很高的評價。他也寫 e-mail 通知全球對物理動畫有興趣的人士。很快的我的信箱充滿很多的讚許以及對程式的建議。我也根據他們的建議逐漸修改程式，以更有效的輔助教師教學或幫助學生自我學習。全球有不少教師寫 e-mail 告訴我，在他們上透鏡成像單元時，都會要求他們的學生上網站『玩』我的程式當作習題。有些教師抱怨連接到台灣傳輸速度很慢，教學時不方便。因此我也送出程式碼給那些教師以方便他們教學。這一年來我已經陸續完成超過 30 個 java 物理動畫程式。TIP/TOPVLAB 網站後來改由自己上網登記，目前我是站上個人登錄最多物理動畫程式的。最近由於多方的要求，因此目前已經在全球有 10 個網站，放置相同的英文網頁。（也同意他們翻譯或修改網頁成為當地

語言，以方便學生學習)。目前仍有好幾個國家的人士和我接洽相關事情。我很高興我的物理動畫程式受到很多高中及大學任教普物教師的肯定與鼓勵，也受到學生的喜愛，我曾收到小學四年級學生抱怨我只有設計中學程度以上的教學動畫，也有小學教師希望我添加適合小學生的動畫，只是因為個人時間有限，尚未在這方面發展。

物理的學習之中，操作與實作的經驗是很能幫助學習的。光靠聽講，不如加上圖片說明來得有效果。如果是配合動作的動畫，那學習效果將更好。學生更能感受教學的情境。現代很多學生是因為聯考不得不學習物理，他們懼怕物理。因為光靠記憶是學不好物理的。我有一個想法：『要是學習物理，能讓學生感覺像在玩電動玩具一樣，讓他們著迷那有多好！』我希望能讓上網者認識到物理趣味的一面，有意思而且對他們有幫助的一面。將我所享受的物理趣味的那一面分享給有興趣的網友，也希望傳播給物理教師，提供作為輔助教學資源。透過 java 程式將物理概念的學習融入虛擬的實驗過程中。

網站內容介紹：(網址：<http://www.phy.ntnu.edu.tw/demolab/index.html>)

目前網站上的內容，有以下單元：

1. 趣味物理：一些趣味物理問題的短文。內容有
如果速度的極限-光速只有 10m/s，
電影星際戰爭中的聲光效果，
尺度的物理效應，
開車時的所應保持的安全距離？
游泳和跑步時，你所提供能量效率的差別？
為何水結冰時，總是從水面開始往下結冰？
溫度與高度的關係... 等。
科幻劇場-----摩擦力消失了，
親愛的！我把孩子縮小了！
您的反應時間有多快？如何測量？
利用物理原理的特技與魔術，
物理的發展簡史，
動動腦時間(物理簡答題)，
2. 日常生活中的物理：說明日常生活中物理的應用。目前的內容有
拋球與運動：從拋球的活動中說明運動學相關的物理概念。
彩色繽紛的世界：說明我們眼睛如何辨別顏色相關的物理概念。
日光燈的物理：說明日光燈的設計與工作原理。
未來將陸續擴充其它的單元。
3. 物理示範實驗：列出所收集的物理示範實驗項目與國外的物理示範實驗資源。
新增『動動手,試試看』單元：目前含
電腦螢幕篇：與電腦螢幕相關的簡單實驗。
日常用品篇：用身邊簡單日常用品所能試驗的小活動。

圖片篇：自製針孔相機，齒輪與輪軸的科學活動。

4. 國中物理 生活化實驗設計學習模組：

將個人參與科教中心『物理科生活化實驗設計學習模組』這兩年的成果上網。含

85 年度：模組一：透鏡與光的成像， 模組二：聲音。

86 年度：模組一：摩擦力(初稿,仍缺圖形)， 模組二：大氣壓力，

模組三：簡單機械。

5. 自行發展的 Java 物理動畫：

目前按物理教學單元區分為：

1.運動學：包含

測量反應時間與汽車安全距離*

一維等加速度運動

射猴子的老問題（拋體運動）

哪個球跑得快（本系示範器材 java 版）

交通號誌管制系統*

砲對砲 --- 運動的獨立性

拋體運動示範實驗 Java 版

2.動力學：包含

積木和質心的關係

單擺，能量與張力

純滾動

角動量守恆與等面積定律

圓周運動與向心力

單擺實驗*

碰撞 + 拋體運動 => 質量比

行星運動*

雲霄飛車的物理

輪軸與轉動

3.振動與波：包含

振動和波動*（彈簧運動+阻尼+外力）

都卜勒效應及震波

（讓你聽得見的）傅立葉聲音合成器

浮力原理

波的疊加

波於介面時的反射與折射

4.熱力學:目前僅有 理想氣體的分子模型項目

5.光學：包含

薄透鏡成像*（加凹凸面鏡功能）

最快的路徑

雙狹縫干涉

虹霓現象的物理

6.電磁學：包含

示波器的使用

RLC 串聯線路與共振

RC 充/放電電路

帶電粒子在電磁場中的運動*

電磁波的行進

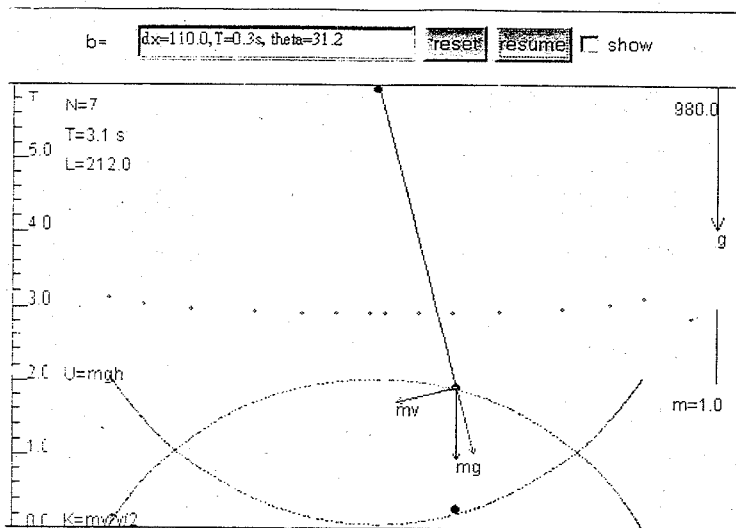
7.其他：包含

向量的加法

勾股定理

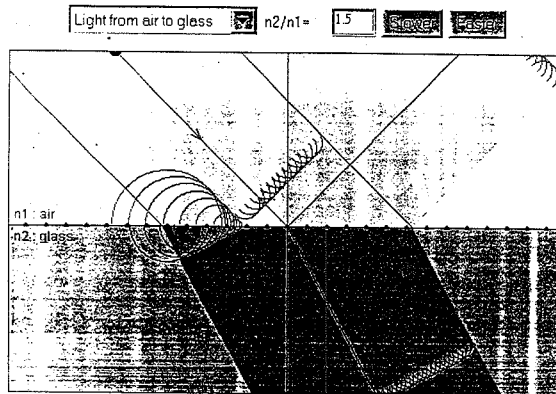
游標尺的讀法

以上總共 36 個 java 物理動畫，平均每一個月增加至少兩個以上。java 動畫的內容與呈現方式簡述如下，例如：單擺的模擬實驗（如圖一），讓網友自己調整實驗的參數—擺角、擺長、擺槌質量，甚至要到別的星球才能改變的重力場強度。都能輕易的動一動滑鼠便可以辦到，網友需要自己觀察會有怎樣的變化。然後做出歸納。除了沒有真正的道具外，就像真的在作實驗操作一般。圖中盡量顯出相關的物理參數的變化，單擺下方繪出重力與其分量，並同時描繪運動時的位能與動能，菱形的點則是改變擺角時週期的變化。



圖一、單擺實驗 Java 動畫螢幕

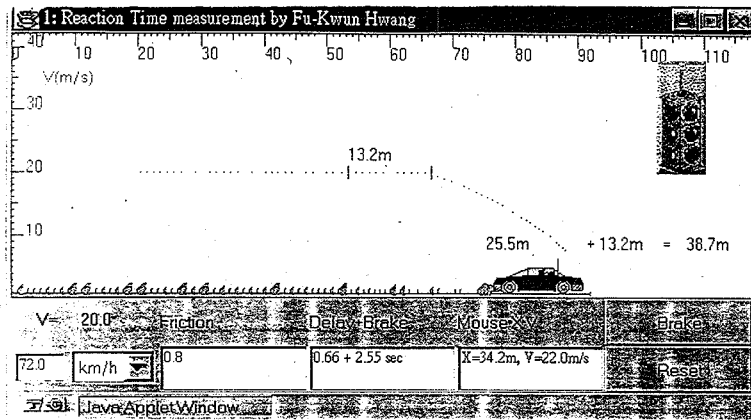
『波於介面時的反射與折射』動畫呈現“波行進至兩介質介面時微觀--波的干涉行爲的結果”，說明為何反射時，入射角等於反射角。折射時滿足折射定律。網友可以改變光行進於不同介面間的情形（如圖二）。其他的動畫以及詳細內容請讀者自行上網『玩一玩』。



圖二、波於介面時的反射與折射 Java 動畫

6. 列出國外製作 Java 物理動畫的網站與精選成品，大家可以相互學習與觀摩。

由於網站內容的充實，很早就被國內最完整網路資源搜尋網站：『蕃薯藤台灣網際網路索引』列為少數推薦精選網站之一，更被其他源搜尋網站列為理科推薦網站，德國 Multimedia Physik 網站評選為最佳 5% 的網站，德國交通雜誌作者來信要求提供資料，讓他專文介紹『測量反應時間與汽車安全距離』（如圖三）java 動畫程式。也答應了國內台北市交通博物館設計設計交通安全主題的工程師希望我提供程式，作為展示用的訴求。



圖三、測量反應時間與汽車安全距離動畫

原來都是彩色的畫面中，會有一部紅色的車子由左向右等速度行駛（可以輸入數值改變速度），右邊有一紅綠燈，原本顯示綠燈，然後換為黃燈再跳至紅燈（時間間隔任意），網友必須在看見紅燈後按下 Brake 按鈕，程式會顯示出現紅燈到按下期間的時間，並將整個煞車過程顯示出來，圖中小點是以橫軸為距離，縱軸為車速的圖形。標示出所

有相關的參數。使用者移動滑鼠至小點的位置，則小點所代表數值會顯示於方格內。不僅可以測量出反應時間，也標示出開車時所應該保持的安全距離。

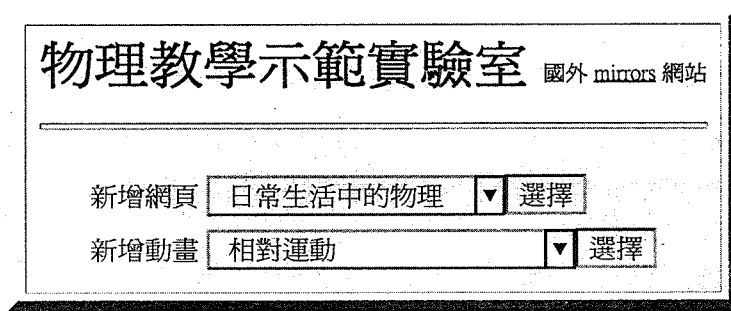
物理中有些較抽象，缺乏實際經驗不易說明的概念，藉由動畫的呈現。可以讓學生對於學習的情境更有感受，自然增加學習的效果。有些更可增加趣味性，例如：反應時間—煞車距離的動畫，除了可以讓網友測量自己的反應時間，更希望他學習圖中隱含的物理概念：物體的加速運動以及摩擦力。我每一個動畫都盡量將相關的物理量，以不同方式呈現出來。只是因為人力不足，專注於程式的發展。網頁中物理方面的解說仍不夠詳細。未來希望同時也加強這方面的內容。但是我不希望將內容寫得太詳細。因為現代的學生碰到一個新的問題，很想知道書上是怎麼說的或是聽老師如何解說。而忽略了運用學過的概念自己去思考答案。這才是學習物理的精神—訓練獨立思考，解決問題的能力。我會提示思考方向當作建議，但不做全盤的解說，以免抹殺了網友思考的機會。

這個網站不會提供類似『百科全書』或『一萬個為什麼』的內容。因為那樣不是學習科學的方式。記憶：是電腦最大的優點之一，我們留給電腦去記/去儲存。人類最大的優點是『創造與發明』新的事物、新的觀點、新的物理概念。希望網友能多思考我所提出的問題，用自己的想法去解釋，java 動畫的部份能依照網頁上面的說明，嘗試不同的變化方式，學習並領悟其中的物理概念。千萬不要只是想在腦海多記憶一項物理內容。當碰到新的形式的問題只能記憶一個新的解題方式。這樣絕對不是學習科學的方法。

等將來學校都有電腦連上網路。更沒有資源差距的問題--不至於因為缺乏儀器或儀器故障而無法作實驗。當然它無法完全取代真正實驗的功能，但確是很好的輔助教學功能。這也正是電腦輔助教學的功能--不是嗎？電腦不能完全取代教學，但輔助教學是它最大的特點。正如現代的飛行員仍然需要實際飛行經驗，但電腦模擬飛行增加他的經驗，模擬時意外犯得錯誤可以重來，那些經驗幫助他實際飛行時的熟練程度。

我不願意，但是我必需很老實的說：當我觀察網站網頁的瀏覽記錄時，我發現國外的網友大多都能很專注的玩我的程式，有人會三個小時連續玩，隔天又再繼續，直到他完全了解物理概念後，才又進行下一個程式。也有網友連續一個多月和我一直深入的探討『雙狹縫干涉實驗』的問題。但是不少國內網友經常好像在走馬看花。每下載一頁不到兩分鐘又換下一個，除非他真的是天才。當然這表示我也需要在趣味性上多加強，這種『點心』對『食慾』是有幫助的，但是不能取代主食。我常收到國外教師的建議，也因此經常修改程式與網頁的內容，但通常很少有國內網友來信討論，未來希望國內網友能多提供具體改進的建議與意見，做為我們改進修正的參考。

國立臺灣師範大學 物理系 最後修訂時間：09/23/97 [English](#)



1.目的：

2.趣味物理：

新單元：[日常生活中的物理](#)（[拋球與運動](#)，[彩色繽紛的世界](#)，[日光燈的物理](#)）
[實驗數據的處理](#) [實驗手冊](#) [網友投稿](#) [可怕的升學參考書](#)

3.物理示範實驗：[本系資源](#)（[趕工中](#)）[國外資源](#)

動動手,試試看：[電腦螢幕篇](#) [日常用品篇](#)

圖片篇：[自製針孔相機](#) [齒輪與輪軸](#)

4.國中物理 生活化實驗設計學習模組:

1. 85 年度：[透鏡與光的成像](#)，[聲音](#)

2. 86 年度：[摩擦力\(初稿,仍缺圖形\)](#)，[大氣壓力](#)，[簡單機械](#)

5.自行發展的 [Java 物理動畫](#)（平均每月增加兩個新的物理動畫）

運動學	1.測量反應時間與汽車安全距離*(等加速度運動)	國中
	2. 交通號誌管制系統*（等加速度運動）	國中, 高中
	3. 相對運動（相對速度，參考座標系）	國中, 高中
	4. 一維等加速度運動（等加速度運動）	國中
	5. 砲對砲 --- 運動的獨立性*（拋體運動）	國中
	6. 射猴子的老問題 （拋體運動）	
	7. 拋體運動示範實驗 Java 版 （拋體運動）	

	8. <u>哪個球跑得快</u> --- 本系示範器材 java 版) (速度與時間的關係 V-t 圖)	國中
	9. <u>彈性球的恢復係數</u> (碰撞)	高中
動力學	1. <u>積木和質心的關係</u> (質心與靜力平衡)	國中, 高中
	2. <u>單擺實驗*</u> (周期運動, 動能與位能)	高中
	3. <u>單擺, 能量與張力</u> (圓周運動與向心力)	
	4. <u>碰撞+拋體運動=>質量比</u>	高中
	5. <u>純滾動</u> (滾動, 相對速度, 圓周運動)	國中, 高中
	6. <u>行星運動*</u> (能量, 角動量守恆, 萬有引力)	高中, 大一
	7. <u>角動量守恆與等面積定律</u> (質點等速度運動與角動量)	
	8. <u>雲霄飛車的物理</u> (圓周運動與向心力)	高中
	9. <u>圓周運動與向心力</u> (角動量守恆, 振盪)	
	10. <u>滑輪組*</u> (力的分解, 張力, 加速度運動)	國中
	11. <u>輪軸與轉動</u> (力矩與轉動)	
振動與波	1. <u>振動和波動*</u> (彈簧運動+阻尼+外力) (彈簧, 簡諧運動, 阻尼, 外力驅動, 拍)	高中, 大一
	2. <u>浮力原理</u> (靜力平衡與浮力原理)	國中, 高中
	3. <u>都卜勒效應及震波</u> (波的疊加)	高中, 大一
	4. <u>波的疊加</u> (波的干涉)	高中, 大一
	(波的疊加)	高中, 大一
	6. <u>波於介面時的反射與折射</u> (波的疊加)	高中, 大一
	7. <u>浮體的平衡</u> (工作中)	
熱力學	1. <u>理想氣體的分子模型*</u> (力與動量變化)	高中
	2. <u>卡諾熱機</u> (等溫與絕熱過程)	大一

光學	1. <u>薄透鏡成像</u> * 加 凹凸面鏡 功能 (凹, 凸透鏡與凹, 凸面鏡的成像)	國中
	2. <u>雙狹縫干涉</u> (光徑, 波的疊加與波的干涉)	高中
	3. <u>最快的路徑</u> (光的折射與費馬原理)	高中
	4. <u>虹霓現象的物理</u> (光的折射與反射)	高中,大一
電磁學	1. <u>示波器的使用</u> (李賽圖形)	高中,大一
	2. <u>RC 充/放電電路</u> (電阻與電容的特性)	高中,大一
	3. <u>RLC 串聯線路與共振</u> (串聯共振與阻尼)	
	(電磁作用力)	高中,大一
	5. <u>電磁波的行進</u> (電場, 磁場與行進方向的關係)	大一
數學	1. <u>向量的加法</u> (2D,3D 向量的加法)	國中/高一
	2. <u>勾股定理</u> (畢氏定理的證明)	
其他	<u>游標尺的讀法</u> (游標尺的使用)	高一
歡迎您提供構想與建構, 或是您希望增加的動畫或內容		
建議或內容修正請按此處=> hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw		

打 * 的是在 [TIP/TOP VLAB](#) 上註冊的 java applet

6. [物理教學示範實驗室留言版\(留言請按我\)](#)

7. 國外的 Java 物理動畫

1. The Virtual Laboratory (TIPTOP VLAB) 全球物理動畫集散中心 (傳輸速度慢,可瀏覽複製 網頁 09/12/97 版, 最新鏈結請按上面)
2. Gamelon Physics (java 程式 集散中心)
3. 日本 java applets for high school physics 不錯喔!
4. Univ. of Oregon Vlab 有十多個不錯的 java 程式
5. SciPhysics Virtual Lab (收集很多物理動畫)
6. Interactive Physics and Math with Java

國外個別物理 JAVA 動畫程式精選：

1. The Vector Cross Product 外積

2. Walking the tightrope 人走鋼索力的分析

3. Projectile motion 拋體運動含空氣阻力

4. Young's Double Slit Interference 楊氏干涉

5. Fourier 聲音的傅立葉頻譜(有聲音的喔)

6. Orbit Simulator 衛星軌道運動 (NASA)

7. Radiactive Decay (放射性衰)

8. 化學元素週期表

9. NuclearPlant 核電廠模擬操作

10. Impact 粒子運動(部份內容不符合物理定律)

8. 初學電腦者，歡迎參觀 計算機在物理上的應用 課程

1. 上學期：網路使用簡介 (86/09 - 87/01)

2. 下學期：java 程式設計與寫作 (87/02-87/06)

歡迎試用 GUI java API 檔案瀏覽程式

網友的問題與回答：動畫中 如何使用 thread 來得知已經過了多少時間？

9. 連結到本頁的 URL (86/4)

本站為 蕃薯藤全國精選推薦站，GAIS 理工科學·熱門網站

10. 作者：國立台灣師範大學 物理系 黃福坤 請尊重智慧財產權

歡迎您提供 建議 或 意見, E-mail hwang@phy03.phy.ntnu.edu.tw