

2009 年物理教學及示範演討會

工作坊教材

主講人：國立中央大學物理系 朱慶琪助理教授

中華民國九十八年八月廿日

目 錄

項目	頁次
一、 物理演示實驗室簡介.....	3
二、 工作坊活動流程.....	5
三、 工作坊製作項目.....	5
1. 伯努利飄浮小力士.....	5
2. 黑體輻射.....	9
3. 簡易掌中光譜儀.....	12
附件	
一、 工作坊簡介.....	17
二、 種子教師培訓計畫.....	21

2009 年物理教學及示範演討會工作坊

一、 物理演示實驗室簡介

1. 何謂演示實驗？

演示實驗是由教師講解物理原理的同時，以數分鐘的時間作實物實例的演示 (demonstration)。提出問題讓學生思考、辯證、討論。以「觀察與體會」物理的方式，取代僅以想像的學習模式。

2. 中大的物理演示實驗室

中央大學物理演示實驗室成立的目標為增進本校普通物理課程 (Lecture) 的教學品質，主要工作是研發各式物理演示實驗供課程使用。這些演示實驗設備導入傳統的演說課程時，大幅提高了學生的學習興趣及動機。

3. 演示實驗發展方向

1) 演示實驗與其他教學系統之發展

- 創新實驗教學
- 跨領域教學
- 多媒體教學
- 網路遠距教學
- 題庫測驗系統

2) 應用現代科技創新實驗教學

- 以科技工具為新方法設計物理演示實驗。
- 以科技產品做為輔助量測物理實驗之工具以改善量測數據的方法。
- 以現代科技本身之物理原理做為應用並探討其物理現象之內涵。

4. 團隊成員

- 指導老師：朱慶琪、陳泰利、鄭劭家
- 顧問：張元翰、易台生、陳鎰鋒、黎壁賢
- 網站系統設計：簡冠庭
- 實驗室管理：杜宗勳

5. 執行計畫

- 台灣聯合大學系統校內整合計畫子計畫 — 物理系改進普通物理實驗教學計畫（計畫主持人：易台生）
- 教育部顧問室基礎科學前瞻性人才培育計畫 94-95 年度 — 以演示實驗改進全校普通物理課程教學計畫（計畫主持人：陳泰利）
- 發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫 — 卓越教學 — 共同科 — 大一普物暨普物實驗課程卓越教學計畫教學 95 年度（計畫主持人：朱慶琪）
- 發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫 — 卓越教學 — 共同科 — 大一普物暨普物實驗課程卓越教學計畫教學 96 年度（計畫主持人：朱慶琪）
- 神奇的力—大眾化的科學演示教具製作與研究（主持人：朱慶琪）
- 發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫 — 卓越教學 — 共同科 — 大一普物暨普物實驗課程卓越教學計畫教學 97 年度（計畫主持人：朱慶琪）
- 發展國際一流大學及頂尖研究中心計畫 — 卓越教學 — 共同科 — 大一普物暨普物實驗課程卓越教學計畫教學 98 年度（計畫主持人：朱慶琪）
- 「科學學習 Easy Go!」— 科普演示教材研發及推廣計畫 98 年度（計畫主持人：朱慶琪），成立工作坊（詳附件一）並培養種子教師（計畫詳附件二）。

6. LOGO 設計



特別感謝國立彰化師範大學徐林知行同學友情跨刀為本實驗室設計專屬 LOGO。

7. 網站設計

演示實驗網站採用直覺設計，提供不同的使用者(學生、教師、管理者)在同樣的網頁上使用不同的功能。網頁使用 AJAX 技術進行動態更新；教師登入後也能直接用 wiki 語法快速修改內容與上傳圖片、影片。網站的內容，除了製作實驗實物拍攝與實驗的描述，並且設計關鍵字與相關網站的快速連結，讓學習者能利用網路即時找到國內外大學已發展的諸多相關模擬與實驗，發揮網路學習效果。

8. 史上最短物理系網址

<http://phy.tw/>

包含：中央大學物理系網站
物理演示實驗室網站
科學教育中心網站

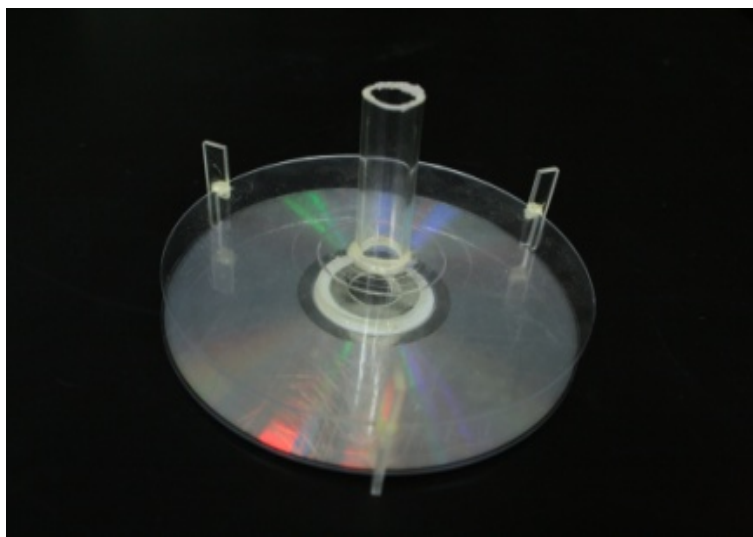
二、 工作坊活動流程

民國98年8月20日（星期四）

時 間	活 動 內 容
09:00-09:20	中央大學物理演示實驗室簡介
09:20-10:20	工作坊：伯努利飄浮小力士、黑體輻射、簡易掌中光譜儀
10:30-10:50	中央大學物理演示實驗室簡介
10:50-12:00	工作坊：伯努利飄浮小力士、黑體輻射、簡易掌中光譜儀

三、 工作坊製作項目

1. 伯努利飄浮小力士



- 目的

運用光碟片、簡單的吹氣裝置及支撐結構，演示伯努利定律。猜猜看這樣的裝置所產生的升力可吊起幾克的砝碼？

- 實驗

依據伯努利定律及設計的教具，觀察進氣之風速大小與底盤負重的關係。演示過程如下：

1. 討論何謂伯努利定律？
2. 簡單說明伯努利定律中壓力與流速的關係。
3. 以氣球為吹氣裝置，底盤不負重，觀察底盤的移動情形。
4. 將重物吊掛在底盤的掛鉤上，以嘴吹氣，觀察底盤的移動情形。
5. 拿一張光碟片對其吹氣，可以看見光碟片受到作用力時即有運動現象。請討論伯努利定律是否與牛頓運動定律相衝突？

- 原理思考

為何流速越快時，底盤所能負載的重量越重？

依據伯努利定律，流體的流速 v 、密度 ρ 、高度 h 、壓力 P 之間須滿足動能 + 壓力為定值之關係，如下：

$$P + \rho v^2/2 + \rho g h = \text{常數}$$

若高度相同流速變大時，壓力會降低；反之，流速變小時壓力會升高。

- 討論

試解釋颱風時風吹過屋頂，為何屋頂會被掀起？

衛生紙平放手上，嘴沿紙面吹氣，衛生紙為何會飛走？

- 關於實驗

可同本實驗室網站中的實驗 [F01.文氏管](#) 做比較。

- 參考資料

[1] C. Waltham, S. Bendall, and A. Kotlicki, "Bernoulli levitation," Am. J. Phys. 71, 176 (2003).

[2] Halliday/Resnick/Walker, "Fundamentals of Physics", 6th ed., Addison Wesley, 2001, U.S.A., Ch15.

[3] 國立台灣師範大學物理系 物理教學示範實驗教室網站

- 製作

- 製作：李亞宸、杜宗勳
- 指導老師：朱慶琪
- 撰稿：杜宗勳、朱慶琪

伯努利定律 DIY

- 材料：

1. 光碟片 x2(可用廢棄光碟製作)
2. 進氣導管 x1(外直徑約 15mm、長約 40mm 之壓克力管)。
3. 光碟片支撐架 x3。
4. 氣球 x1
5. 底盤 x1
6. 掛鉤(羊眼釘)x1
7. 吹管 x1
8. 壓克力膠若干

- 製作方法：

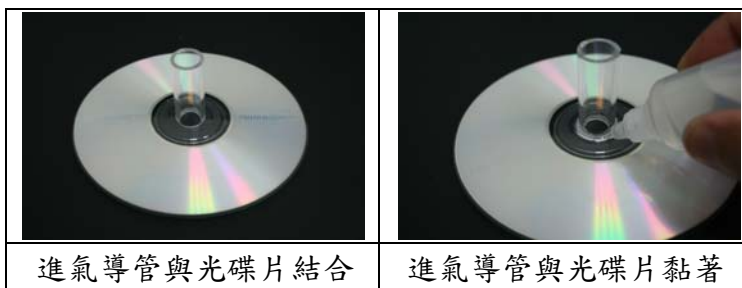
1. 負重底盤：

- (1)掛鉤順時針轉入底盤內，旋入後掛鉤尖端突出底盤約 2mm 即可。
- (2)將底盤用壓克力膠黏著於光碟片上，即完成負重底盤製作。
- (3)黏著後，靜置 20 分鐘後待膠完成硬化黏著。



2. 進氣裝置：




- (1)將進氣導管塞進光碟片圓孔中後用壓克力膠接合。
- (2)黏著後，靜置 20 分鐘後待膠完成硬化黏著。



3. 組合：

- (1)將進氣裝置嵌入支撐架之小凹槽內；負重底盤置於光碟片支撐架之大凹槽內。
- (2)進氣裝置置於光碟片支撐架中之小凹槽內，並盡可能等分，即相隔 120 度，並用壓克力膠將之接合。

(3)黏著後，靜置 20 分鐘後待膠完成硬化黏著。

		
進氣裝置、負重底盤與支撐架結合步驟 1	進氣裝置、負重底盤與支撐架結合步驟 2	將進氣裝置與支撐架接合(注意：負重底盤不可接合)

4. 檢測：

待壓克力膠硬化後，以吹管與進氣裝置結合後吹氣時，負重底盤上升(無負載時)，恭喜你(妳)，教具功能正常。

伯努利定律的實驗

您應該已經觀察到流體流動時其速度與壓力的關係，當氣體流速越快時壓力越小；反之氣體流速越慢時壓力越大。

- 請觀察負重底盤上升的高度。

Q1. 用氣球吹氣時，負重底盤上升的高度情形？

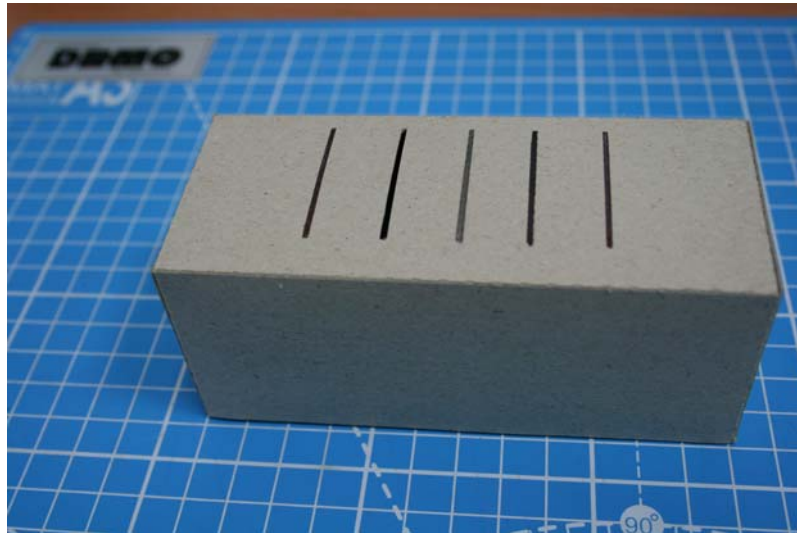
- 若流速繼續增加(可用空壓機打氣、或接上吹管後以口吹氣)，負重底盤的上升情形與前一實驗有無差異。

Q2. 請描述負重底盤邊緣有何現象產生？

- 當進氣的流速固定時，有何方法可以增加負重的重量。

Q3. 如何設計使氣體在系統中流動更順暢的方法？

2. 黑體輻射



- 目的

利用簡單的空腔輻射(cavity radiation)模型，模擬黑體輻射(Black Body radiation)。

- 實驗

實驗裝置：任意紙盒或容器，不透光即可。需經簡易的加工過程，見以下說明。另演示過程如下：

1. 討論黑色的物體為何會呈現黑色？
2. 簡述何謂黑體。
3. 站在講桌(或講台)拿出教具，請學員觀察並說出哪一條線最黑。
4. 走下講台(或走出講桌)，請學員仔細觀察，方才大家認為最黑的一條線是什麼？
5. 說明挖掉的部分是因光線在紙盒內行進，無法由細縫跑出紙盒，固看起來呈現最黑；其餘的黑線仍有光線乃因表面尚有光被反射之故。

- 原理思考

讓我們說明為什麼狹縫是最「黑」的？

- 先解釋一下什麼是「黑」，當沒有任何光線從一個物體的表面反射到我們眼中時，我們會說這個物體是黑的。在狹縫處，因為沒有任何光線從盒子內部透過狹縫發出來；而所有外界進入狹縫的光，都被「限制」在盒子裡，也就是說沒有任何光線由狹縫到達我們的眼中，所以我們看來最黑。而其他種類的筆所劃的黑線，表面多少都會反射一些光線，這些光線到達我們眼中，使他們看起來都沒有那麼「黑」，這就是背後簡單的原理。

- 討論

1. 試討論黑體輻射對近代物理發展的重要性。

- 關於實驗

在學習黑體輻射這個概念時，教科書最常引用的例子便是空腔輻射。然而利用「一個開了小孔的空腔」去想像「黑體輻射」這樣的概念時，恐怕許多人都覺得很困難。這個簡單的實驗提供你一個方法，能快速又具體地理解這個抽象的概念。

- 製作

- 製作：v.1 朱慶琪
- 指導老師：朱慶琪
- 撰稿：朱慶琪

黑體輻射 DIY

- 材料：

1. 灰白卡紙 x1(灰色面已畫好切割線、折線之紙盒圖案)
2. 雙面膠些許

- 使用工具：

1. 美工刀
2. 切割墊
3. 鐵尺
4. 黑色筆(奇異筆、原子筆、鉛筆、彩色筆等)

- 製作方法：

1. 製作空腔：

(1)依照紙板上的描線，將不需要的紙板區域裁除。(實線為切割線，虛線為摺線，有線為空腔外部，內部無摺線)

(2)厚紙板中有 5 條細長方形之區域，請選取一條以刀片小心地割畫出狹縫。此狹縫為讓光線通過，而且狹縫的邊緣越平整越好。



切除紙板製作空腔



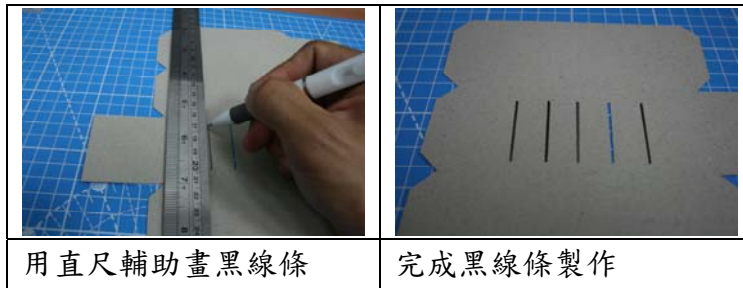
完成空腔切割



狹縫切割(任選一條)

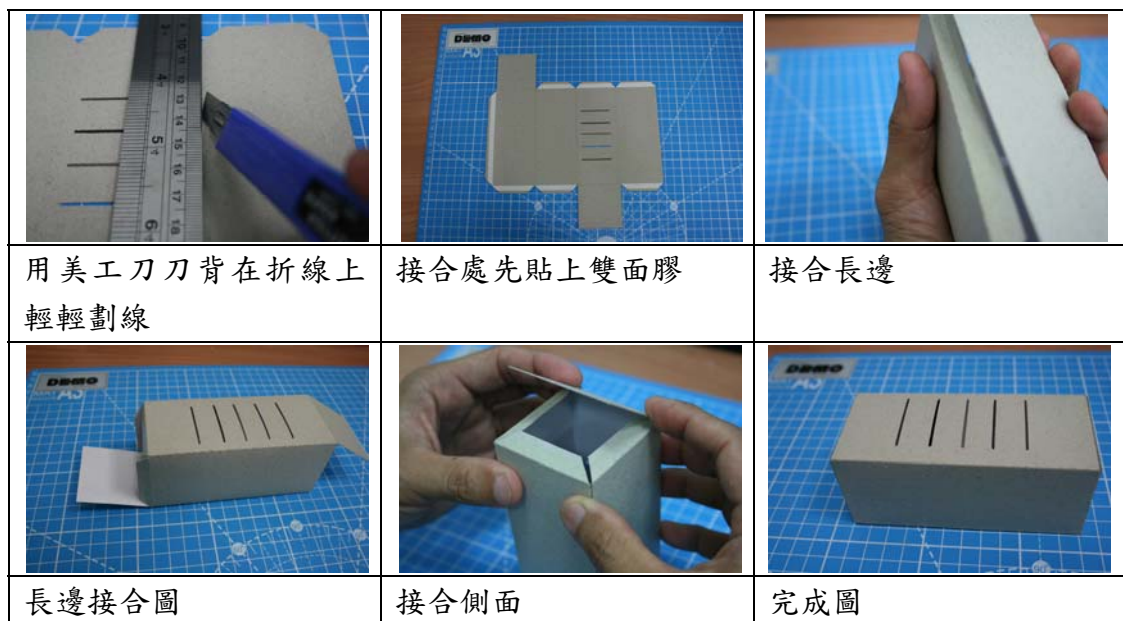
2. 製作黑線條：

- (1)除切割掉的狹縫外，尚有 4 條狹縫，您可以用所有手邊有的任何種類黑色的筆；鉛筆、簽字筆、鋼珠筆、奇異筆、白板筆...等，將之畫滿。



3. 黏合黑體輻射外盒：

- (1)可用美工刀之刀背在折線上輕輕劃線，便於折線。
(2)依序將長邊、側面用雙面膠逐一黏合。
(3)完成此步驟後，黑體輻射外盒應該完全封閉了。



4. 檢測：

完成外盒黏合後，可手拿距眼睛 1 公尺處，若切割掉相較於其他 4 條狹縫呈現最黑時，即完成黑體輻射製作。

黑體輻射的實驗

您應該已經觀察到狹縫與其他黑線條的差異。

- 請由狹縫往盒內觀看。

Q4. 可否觀看到盒內的任一面，或仍甚麼都看不到？是何原因造成？

- 將狹縫寬度擴大至 2mm、3mm。

Q5. 狹縫是否仍還是黑色，或寬度在幾 mm 以上時，狹縫已不再是黑色。

- 若使用白色面當黑體輻射盒之外層。

Q6. 效果是否與灰色面當外層一樣？何原因？

- 有沒有其他方法可以演示光線確定無法由狹縫跑出盒外？

Q7. 可用裝影印紙的紙箱，上蓋比照 DIY 步驟 2 完成製作後，取一張照片，放進紙箱內，再由外往內看，是否仍看不到照片？

3. 簡易掌中光譜儀



- 目的

運用簡單的紙盒構造及一片光柵，即可作隨手可得之光譜儀。

- 實驗

將掌中光譜儀的開口處對準光源，觀察光源所形成的光譜。演示過程如下：

1. 生活中有哪些方法可以將入射的白光分成七色光？
2. 有哪些自然現象以可觀察到光被分成七色光的現象？
3. 光的干涉、繞射現象。
4. 光柵的原理、種類。
5. 以太陽光為光源的光譜，觀察所形成的光譜，並說明光源的組成。
6. 以日光燈為光源的光譜，觀察所形成的光譜，並說明光源的組成。
7. 以白熾燈為光源的光譜，觀察所形成的光譜，並說明光源的組成。

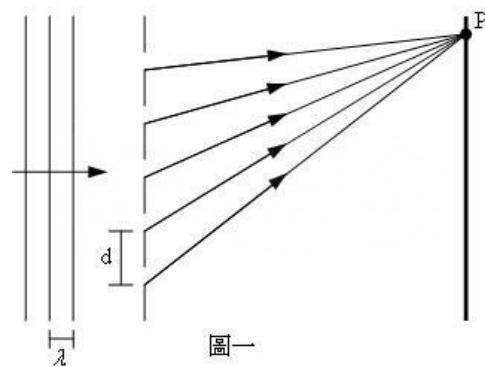
- 原理思考

看似彩虹的光是如何得到的？

右圖一代表以平行光垂直入射光柵，狹縫

與狹縫之間的距離為 $d = \frac{W}{N}$ (W ：光柵片寬度、 N ：狹縫數)，光通過在屏幕上任意之觀察點 P 產生干涉

(interference)。光柵為一狹縫數 N 很大的多狹縫，狹縫之間的距離很小，每個縫所形成的繞射條紋會重疊而互相干涉，主要的干涉亮紋會變得非常狹窄而明亮，其它的干涉亮紋會相對較暗而看不見，因此，出現寬度極窄的干涉亮紋。

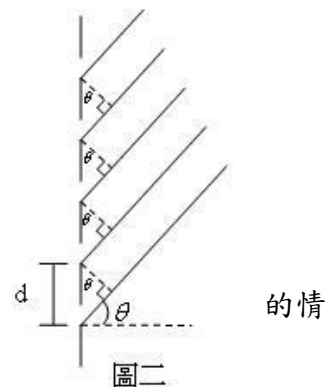


若要在 P 點形成一亮點，必需在該點形成建設性干涉，從右圖二可知，從相鄰兩狹縫出發光源的光程差是波長 λ 的整數倍

$$m\lambda = d \sin \theta, \quad m = 0, 1, 2, 3, \dots \quad (1)$$

當方程式(1)成立時，可得主要亮紋的位置。

由於各色色光的波長 λ 均不相同，因此，在相同 m 的情況下， θ 值會不同，故能看出各色光的差異。



- 討論

若將此光柵置換成其它條數不同的光柵，對此實驗有何影響？

- 關於實驗

本實驗可同本網站中的實驗 [O03.白光分光](#)、實驗 [O06.電射光柵干涉](#) 及實驗 [O07.光碟軌道](#) 做比較。

- 參考資料

[1] E. Hecht, "Optics", 4th ed., Addison Wesley, 2002, U.S.A., Ch10.

- 製作
 - 製作：v.1 黃時霖
 - 指導老師：朱慶琪
 - 撰稿：黃時霖、朱慶琪

簡易光譜儀 DIY

- 材料：

1. 厚紙板：厚度 1mm 以上 x 1(以不透光為主)

光柵一片(約 30 mm x 30 mm)

- 使用工具：

1. 美工刀、剪刀
2. 雙面膠帶

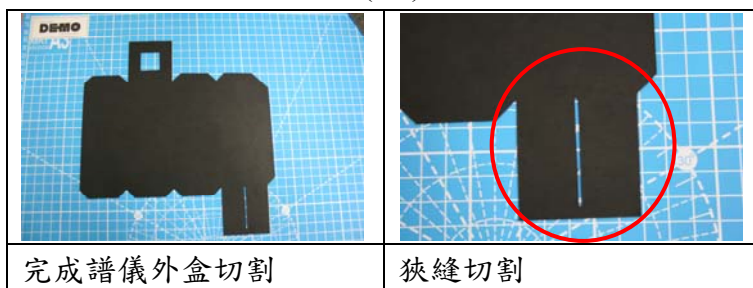
- 製作方法：

1. 製作光譜儀之外盒：

(1)依照紙板上的描線，將不需要的紙板區域裁除。(實線為切割線，虛線為摺線，有線為光譜儀盒之外部，內部無摺線)

(2)厚紙板中有一小塊長方形之區域，請以刀片小心地割畫出一個長度約 4.5 公分(cm)、寬度約 1 公厘(mm)的狹縫。此狹縫必須可以讓光線通過，而且狹縫的邊緣越平整越好。

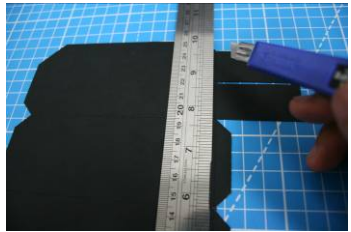


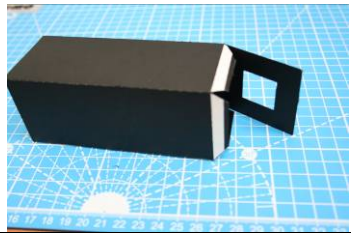


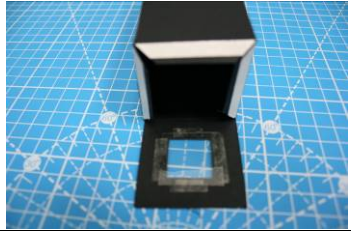
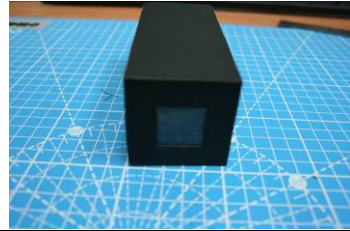
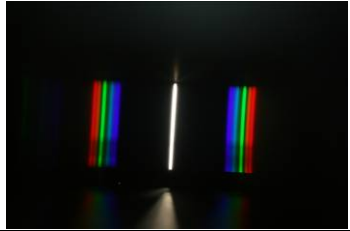
(3)狹縫另一端之厚紙板中有一正方形之區域，請以刀片小心地割畫出一個長、寬約 2.5 公分(cm)之視窗。



2. 黏合光譜儀外盒及光柵：

(1)可用美工刀之刀背在折線上輕輕劃線，便於折線

- (2)在切割好的外盒內部週邊之接合處貼上雙面膠。
- (3)依序接合長邊及狹縫面。
- (4)在光柵面的內側貼上雙面膠。
- (5)因光柵具有方向性，貼光柵前，請調整光譜與狹縫平行的方向後再接合。

		
用美工刀刀背在折線上輕輕劃線	接合處先貼上雙面膠	接合長邊
		
狹縫面接合完成圖	光柵面內側貼上雙面膠	調整光譜與狹縫平行
		
完成光柵接合	接合光柵面及完成圖	狹縫對準光源後做測試

3. 檢測：

請將光譜儀的狹縫對準光源，眼睛透過另一側的光柵觀察光源所形成的光譜。

簡易光譜儀的實驗

您應該已經觀察到光譜儀內的狹縫兩側，都有色光分散的現象。不同波長色光被分到不同的位置形成所謂的光譜。

- 請觀察陽光或由熱燈絲所輻射出來的光譜。

Q1. 請由狹縫的位置開始，描述光譜儀內色光分散的順序。狹縫兩側的光譜，這個順序有甚麼差別？

- 請觀察日光燈輻射出來的光譜。

Q2. 請描述與陽光或熱燈絲的光譜有甚麼不同？組成？不同色光的相對強度？

- 投影機投射在螢幕上的白色影像，請觀察其光譜。

Q3. 請描述這個光譜。

- 投影機依序投射紅色(Red)、綠色(Green)以及藍色(Blue)影像，請觀察它們的光譜。

Q4. 您能解釋投影機的白色是怎麼配色的嗎？這些色光的強度是不是一樣的呢？

- 投影機投射任意顏色的單色影像，請觀察它們的光譜。

Q5. 當單色影像的顏色改變時，有沒有新的色光出現在光譜當中呢？

Q6. 不同光源所產生的單色光在光譜的位置是否相同？

附件一—中央大學物理演示實驗室工作坊簡介

1. 摘要

1) 中文摘要

中央大學物理系在過去幾年陸續開發了數十項的演示實驗，應用於普通物理課教學。目前網頁的點閱人數已超過二十六萬人次，在Yahoo 及 Google的搜尋均列第一順位。雖然這些演示教具的對象主要是大一修習普通物理的學生，但我們在支援各種科教活動的經驗中發現，中學老師們對這些演示教具的需求不亞於大學教師。其次，位於台中一中的全國高中物理學科中心也在過去兩年發展了各種演示教材，並培訓了多位優秀的種子教師，其經驗及資源值得推廣至全國各地及各級學校。此外，高雄的科學工藝博物館擁有豐富的大眾科學教育推廣經驗，近年來更致力將演示教具融入各種科普活動中，是科學教育不可缺少的專門機構。

我們將結合三方的優勢與經驗，於中央大學成立科普演示教材研發及推廣中心總部，另於台中一中及高雄科學工藝博物館成立中南部分部。透過演示教材種子教師的培訓，將科學演示活動推廣至全國各級學校及一般社會大眾。第一年的重心在教材的研發及種子教師的培訓，第二年的重心在各類科教活動的舉辦及教材推廣。期望以系統性的規劃內容及貫徹的執行力，全面提升我國國民的科學素養。

關鍵字：演示實驗、科普、科學教育、大眾科學

2) 英文摘要

The Department of Physics of National Central University (NCU) has successively developed tens of demonstrative experiments in the past few years, which has been dedicated to General Physics teaching. The Website of the laboratory has hit 140,000 mark and ranked number one on both Google and Yahoo Search. Although the major users of these demonstration kits is the freshmen enrolled in College General Physics, from the past experience in support of popular science education, it can be found that the aids benefit high school teachers in their teachings as well. In addition, the Physics Center of National Senior High Schools, located in National Taichung First Senior High School (NTFSH), has also developed various demonstration kits and trained many outstanding seed instructors. Its experience and resource bank are worth advocating nationwide. Thirdly, the

National Science and Technology Museum (NSTM) in Kaohsiung City, possessing plentiful experience in science popularization and having endeavored to integrate demonstrative aids to science education promotion lately, is indispensable to this outreach mission.

Combining the merits and experience of the named three institutes, a Center of the Research & Development of Demonstration Kits and Outreach of Science Education is formed, along with its headquarter at NCU, and two branches in NTFSH and NSTM respectively for the central- and southern-Taiwan. With the training of seed instructors guiding each teaching props through demonstration, it is expected that science demonstration activities will be bring to schools of each level and the mass population. In this project, the foci of the first year are the development of teaching aids and the training of seed instructors; for the second year, the foci are the implementation of science education activities and the promotion of the teaching aids. Through its systematic scheme and consistent execution, this program aims to equip the people with enhanced science cultivation.

Keywords: Science Education, Demonstration, Science Learning, Popular Science

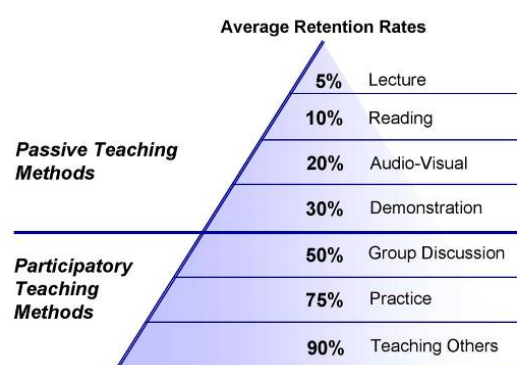
2. 目標

在各種學習的方式中，愈是高互動的模式愈可以達到效果。右圖的學習金字塔中也可以看出，只有高度參與的活動可以達到百分之五十以上的學習成效。此學習研究的結果，刺激我們反思學習中的主客體關係及如何讓科學學習變得容易些。因此我們將本計畫的目標訂為：讓學習科學的過程簡單、有趣又有效。

中央大學物理系在過去幾年陸續開發了數十項的演示實驗，應用於普通物理課教學。詳細的項目及內容，可參考：<http://demo.phy.tw/>。

本計畫中，我們將以中大為出發「點」，串連台中一中及高雄科學工藝博物館為北中南連貫的「線」；進而由「線」再推廣至全國各地的應用

The Learning Pyramid*



*Adapted from National Training Laboratories. Bethel, Maine

「面」，讓受惠的師生及大眾遍佈全國。

3. 執行

3) 階段目標

- 成立科普演示教材研發中心總部（點）
- 於北中南三區成立科普演示教材研發中心分部（線）
- 北中南三區進行科學種子教師培訓（線）
- 各中心教室辦理 DIY 工作坊、教師研習營及各式科普活動（面）

4) 對象

- 科普人才培育對象：高中自然科學教師
- 科普素材使用對象：各級學校自然科學教師、科學志工、博物館科教活動相關人員、一般大眾等

5) 執行方式

i. 第一年執行重點

- 種子教師培訓
 - 目標：
 - (1) 中大現有演示教材之簡易版教具研發
 - (2) 創新教具的研發
 - 訓練內容：
 - (1) 機械加工能力，例如車床銑床的使用，各類工具機的使用等
 - (2) 基本電子電路能力
 - (3) 材料特性及使用技巧
 - (4) 教案設計
(註：預計每人設計一件，以工作坊或教學活動為主)
 - (5) 演示影片拍攝
等
 - 舉辦時間：訓練頻率預定每月一次，每次六小時。全年共計 $12*6=72$ 小時。
 - 舉辦地點：於中央大學物理系，地點依需求有機械工廠，普物實驗室，演示實驗室，科學教育中心。

ii. 第二年執行重點

- DIY 工作坊
 - 目標：推廣研發的演示教具
 - 活動內容：
 - (1) 於北中南三地舉辦DIY 工作坊，提供當地科學教師或科學作者自行製作教具機會
 - (2) 訓練科學教師或科學作者推廣使用時基本維護能力及注意事項

■ 舉辦時間：預定每月一次，每次六小時。全年共計 $12*6=72$ 小時。

■ 舉辦地點：

- (1) 北部：國立中央大學
- (2) 中部：國立台中一中
- (3) 南部：國立科學工藝博物館

● 教師研習營

■ 目標：使用演示教具的技巧及經驗分享

■ 活動內容：

- (1) 訓練受訓教師正確使用演示教具
- (2) 教學經驗分享及交流
- (3) 腦力激盪創意研發

■ 舉辦時間：預定每季一次，每次六小時。全年共計 $4*6=24$ 小時。另可搭配國立科學工藝博物館及中央大學科學教育中心舉辦之各類科教活動。

■ 舉辦地點：

- (1) 北部：國立中央大學
- (2) 中部：國立台中一中
- (3) 南部：國立科學工藝博物館

4. 預期效果

- 1) 培訓一級種子教師至少十位
- 2) 培訓各地科學教師訓練時數預計 2880 人時
- 3) 開發各式演示教具並推廣
- 4) 舉辦 4 場教師研習，預計訓練時數 960 人時
- 5) 其他各類科普活動協助

5. 推廣與輔助材料的利用

已詳述於以上計畫內容，請參考。

6. 與學校正規教育的連結等

透過本校的執行，各級學校的科學教師得以利用更為活潑的方式教學，在學習金字塔上，可以從有30%成效的“demonstration”出發，佐以適當的課堂討論及動手操作，將可使科學學習的成效達 75%以上，遠遠超過只由老師講述的5%。

附件二—種子教師培訓計畫

1. 種子教師徵選

預計北中南三區各 10~15 人。

2. 培訓

1) 分區研習：

A. 上學期兩次，下學期三次，約一個月一次，預計每次半天（例如週六下午）。

B. 研習內容：

(A) 各項機工具使用。

(B) 基本電子電路能力

(C) 材料特性及使用技巧

(D) 教案設計

(E) 演示影片拍攝

(F) 中央現有的大型演示教具及簡化版。

(G) 雷射加工機使用

(H) 介紹中一中現有的簡易教具

(I) 介紹相關教具的整合(以 12/27「熱情聖誕節」的內容為例)。

(J) 博物館資源的利用。

(K) 介紹科工館已開發之工作坊教材等。…… 等。

2) 全體研習：三次，分別於中央大學（北）、中一中（中）、科工館（南）各一次。

A. 建議時間：中央：6 月底、另兩次：8 月底、11 月底（地點另定）

B. 建議內容：

(A) 期初介紹計畫內容。

(B) 期中預定開發內容報告。

(C) 期末成果分享。

3. 種子教師分工

1) 兩人一組，進行教具、教案開發，並於第二年擔任該項教具、教案研習的講師。如各地種子教師有 10 人以上，則至少可分五組。

2) 第二年推廣，每月安排一次，扣除寒暑假，約可安排 10 次。每組負擔二次活動。

註、以上計畫內容，依實際執行狀況隨時修改。