善用基本科學，你也可以是生活智慧王或魔術達人！

--六大物理領域，十大教學主題系列

--新的主題和內容持續研發中，已有的主題和內容依推廣成效隨時更新改善。

--資料刊載科普教材與活動網站 http://gensci.phys.nthu.edu.tw/

國立清華大學物理系戴明鳳教授團隊開發

戴明鳳教授 E-mail: mftai@phys.nthu.edu.tw, Tel: +886-920-964-622, +886-3-5742562

科學主題系列實驗、教材與行動百寶盒/箱研發：近年依物理的六大領域和新增化學領域，設計了十大科學主題系列，並同時研發了數十套「科學實驗行動百寶盒/箱」，歡迎 K12 各級師生和師資培育生參考及借用。並積極推動「科學 Easy Go! Be Happy!」的傳播工作，接受各地 K12 學校邀請到各校辦理科學講座、科學演示/展示、DIY 動手做、科學研習、、等等各式科學學習活動；同時也歡迎各級校到清華普物實驗室辦理科學研習活動。行動創意科學百寶箱/盒的研發是依、不同科學主題、不同科技應用為目標或以跨領域的系列學習為目標，每一行動箱/盒都具備了下列特性和訴求。**科學行動百寶箱/盒設計原則與特性：**

(1) 以單一科學主題或系列組合的演示實驗或 DIY 實驗為設計單元。

(2) 行動箱的體積和重量必須符合易於攜帶、整理，且具多功能為訴求。

(3) 百寶箱內所使用的器材盡量以日常生活中隨手即可取得、易於購買、價位低廉、符合經濟效益、具環保、可長期回收使用之器具等為選用原則。每一套實驗的經常性耗材在 NT$100 以內。

(4) 實驗時間不宜太長，且能靈活地配合於一般非實驗課程中使用。

(5) 必須符合公安與環保。

(6) 所含器材、演示實驗或 DIY 實驗需易於操作，易於自行學習，且具高成功率的實驗(偏低的成功率，易降低學生的學習興趣)。

(7) 易於被校內外科學推動團隊流通、借用、郵寄，不易破損。

一、 力學篇—力學達人：依學員年齡層次，教學時間可彈性調設在 3~6 小時之間

(1) **平衡的應用**：鳥為何可在空中張開翅膀飛翔，除了浮力外，還有其他的因素嗎？腳踏車如何騎走在空中的繩線上，卻不會掉下來？隨意擺可當天平秤重？平衡疊疊樂能疊多少支金屬棒仍不倒塌？最後，你會用平衡的概念找物體的重心嗎？。

(2) **善用力學與材料知識**：竹籤可穿過氣球，氣球卻不會爆破；鍊子會自己打結在圓環上；解開達文西設計的十字鎖、可樂罐單雞獨立、不用釘子和水泥的拱橋、等

(3) **碰撞與慣性如何主宰這個世界**：看牛頓擺多完美的完全彈性碰撞，看能量如何漂亮的完全傳遞！並藉此展現汽車保險桿的非彈性碰撞現象和物理對車安應用的重要性。

(4) **教你重心如何讓你的工程更省力**：雙錐滾輪如何從低處往高處滾？跟重心有何關聯？你可自行做出一個嗎？(材料費：NT$ 30/人)

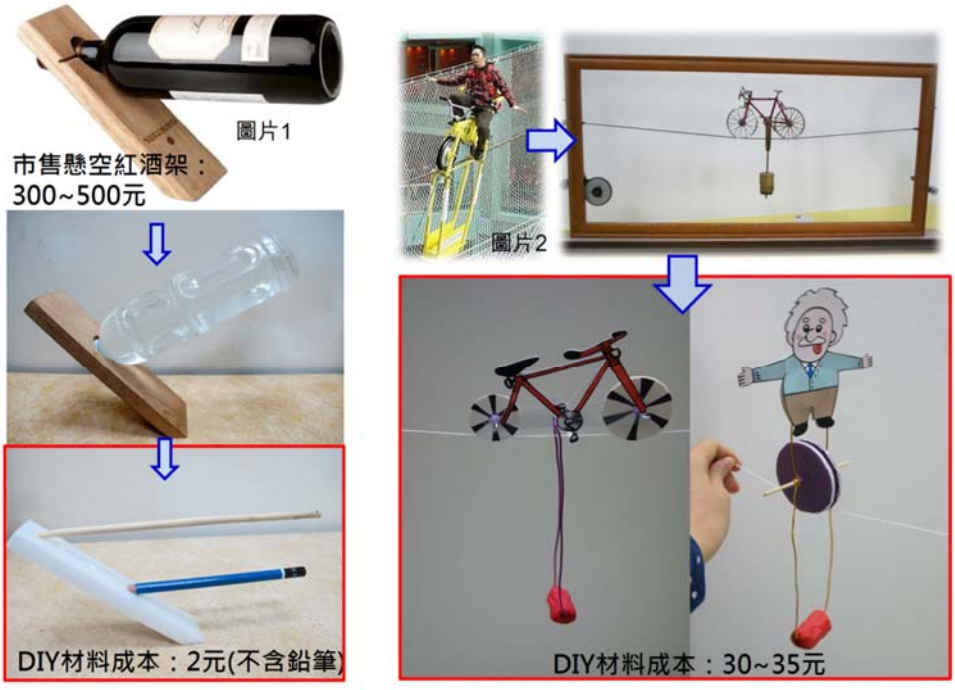
(5) **咖啡杯高空彈跳**：你一定知道自由落體現象吧！但你知道一隻筆、一個馬克杯和一個橡皮擦，外加一條繩子，卻可玩讓馬克杯自高空掉落，卻不會墜地破裂的特技表演嗎？

而且咖啡杯絕對不會摔到地面！(自行準備筆管、棉繩或細繩、橡皮擦、與硬幣數個，無任何其他費用)。

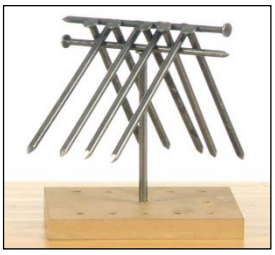
(6) **101 大樓內的阻尼球**：讓您親眼驗證為何 101 大樓內重達 660 公噸的阻尼球能減震？

(7) **陀螺儀的定位與穩定**：

力學篇—力學達人實驗部分教具與活動照片



圖片來源: 1. http://www.amazon.com/Gravity-Defying-Wine-Bottle-Stand/dp/B000U8D23O/ref=pd_sim_hg_3
2. http://wise.edu.tw/dailylib_detail.aspx?no=240



本實驗室最近研發之 DIY 平衡實驗教具的實作成品，每件實驗教具的材料費低於 35 元。

二、 力學聲波篇—聲聲駐波奏起令人震撼的交響樂章，每個物品都有自己的自然頻率！(3~4 小時)

(1) **會唱歌的洗衣機排水管**：為什麼一根才 NT$20 有皺摺的排水管會唱歌？還可兼做抽氣機，幫忙收藏棉被和冬天的衣物，還可幫忙用以驗證杜普勒效應。比較各種不同水管的發聲效果，簡易真空抽氣的原理與應用演示。

(2) **熱致發聲的黎開管**：鋁管管口僅加熱幾秒後，竟然能發出如輪船啟航時，令人震耳欲聾的巨大轟聲，且持續長達半分鐘以上，讓令人驚奇不已的震撼發聲效應！此效應與近代科技領域上的應用連結。

(3) **金屬棒中的駐波與摩擦發聲**：金屬棒中的駐波，可發出令人震耳欲聾的高頻聲音，並可藉此可測出聲音在鋁棒中的傳播速度。你知道有哪些延伸應用嗎？

(4) **玻璃杯中的駐波和聲音傳奇**：摩擦玻璃杯口也能發出聲音，您試過嗎？看過葡萄酒杯裡的駐波、酒杯間的共鳴及波腹與節點的可視實驗嗎？！還有富蘭克林音樂水杯與軍鼓。**水/酒杯中的物理**：不同材質、不同型式、不同大小、不同數量、、等等之杯子的各種物理原理、有趣的科學現象、與其延伸的各種應用，特別是聲波和共振問題的教學探究

(5) **空氣管柱中跳躍的波動與共振駐波**：聲音不僅可以用聽的，也可以用看的喔！

(6) **力學駐波器 DIY**：每個物品都有自己的自然頻率？透過此 DIY 實驗有助於駐波現象的觀察和進一步了解。(材料費：NT$ 70/人)

(7) **現場以歌聲或音波震破玻璃杯**：女聲樂家唱破玻璃高腳杯，您可能在電視上看過，但您有現場看過嗎？聲波震破玻璃杯的條件是什麼？頻率越高越能震破玻璃杯嗎？以

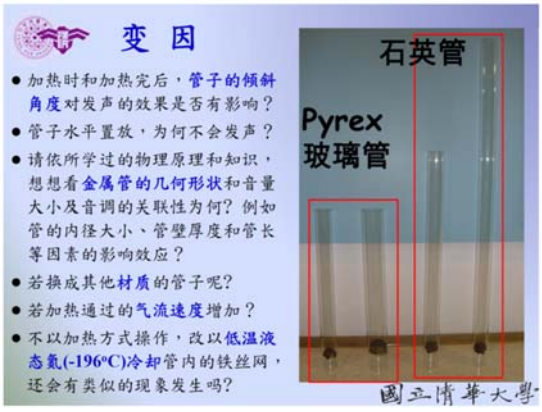
歌聲震破葡萄酒杯實驗組曾多次出借給公視「流言追追追」和「成語賽恩斯」節目及大愛電視台的「生活中的科學」節目使用(NT$250/杯子) 。

(8) **力學波共振應用教學組**：縱波、橫波演示材料

(9) **聲波產生與放大演示教具箱**：震耳欲聾的響雷管、會唱歌的排水管、醫生用的聽診器、可發巨大聲響的雙層壁口袋型哨子

(10) **傳統樂器與電子樂器工作原理教學行動箱**：

力學聲波篇—聲聲駐波奏起令人驚奇的交響樂章



三、 熱力學篇—熱力四射：(3~6 小時)

(1) **氣體分子碰撞於是壓力產生**：生活中大氣壓無所不在，但你有實際感受到它嗎？讓我們用馬德堡半球來證明它的存在，其神奇的力量，與其妙用！

(2) **氣體流動時壓力有變化？**：氣體流動時，流動的地方氣體密度小了，於是白努力定律的現象就產生了。

(3) **冷熱變化改變流體密度**：一般的溫度計都是利用液體自身熱脹冷縮的原理，伽利略溫度計則是用液體的密度會隨增度變化和浮力原則，你知道怎麼讀取此型溫度計的

溫度嗎？看過會自己喝水的鳥兒嗎？不需要任何動力，鳥兒會自動不間斷的上下點頭喝水喔！伽利略溫度計與手鍋爐演示！

(4) **冷熱變化在金屬的應用**：家中的電冰箱你知道怎麼測量溫度的嗎？(你應該沒有看過水銀溫度計放在冰箱內吧！)，雙金屬是工業中非常重要的熱致開關器，讓我們來看看冷熱變化會使金屬有何作用吧！

(5) **冰沙 DIY 與各種溫度計原理探究百寶箱**：內含伽利略溫度器計、酒精溫度器計、熱偶溫度計、電阻溫度計、二極體溫度計，介紹各種溫度的工作原理和優缺點比較

(6) **最精緻的熱力學轉換**：看過會自動熄滅酒精燈的咖啡壺嗎？只要點燃酒精燈，即可欣賞一場咖啡製作魔術秀喔！這就是比利時咖啡壺！看看他和一般虹吸式咖啡壺有何差異。

(7) **史特靈引擎與蒸氣機的奧妙**：啟動第一次工業革命的主角，演示史特靈引擎，並解說其對交通運輸工具和火力發電的發展有著極重要的地位。

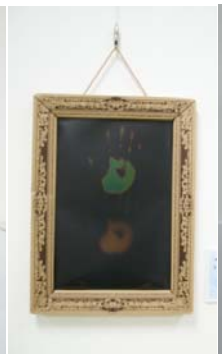
(8) **傳統火力與再生能源發電廠演示**：簡介及演示法拉第感應式發電機。

(9) **熱在材料上也有所應用**：熱感應紙、熱感應馬克杯、記憶金屬、雙金屬開關。

(10) **變色材料探究百寶箱**：紫外光變色珠/卡、熱感式溫度計、不同溫度之熱感應變色片、手溫感應變色紙、熱感應變色杯..等

(11) **體驗低溫的世界**：**感受零下 196ºC 超低溫液態氮的奇幻世界(2 小時)** (材料費 NT$2,000/場次)

1. 液態氮是瞎咪碗糕？您知道嗎？液氮其實比礦泉水還便宜喔！
2. 花朵浸置於液氮後，發生什麼現象？
3. 充氣氣球浸置於液氮中會如何？
4. 香蕉可當榔頭敲鐵釘：聽過如此使用嗎？！
5. 液氮除痣！除口香糖渣、殘渣！您知道嗎？還很環保喔！
6. 用液氮做美味的冰淇淋：可在 3 分鐘內做出可口美味的冰淇淋喔！
7. 體驗少許液氮淋在手臂上的感覺：為什麼液氮淋在手臂上，不會凍傷？其實竟和媽媽煮菜時滴一些水或油滴試鍋子熱度的道理一樣喔！
8. 液態炸彈！看過嗎?! 若好天氣，將在鴿子廣場演示。
9. 液氮掃地集塵...等等



熱力學篇—熱力四射部分實驗教具與活動照片

四、 光學篇—浮光掠影：(3-4 小時)

(1) **全反射其實無所不在：**可使錢幣消失後，又再現喔！愛在心裡口難開，怎麼辦？可利用簡單的光學折射再加全反射現象，以科學方法創意表達，既有學問、又創意喔！也玩變裝遊戲喔，讓原本漂亮美麗的公主變尼姑、美麗俏佳人變帥哥喔！張開的大眼睛變閉眼...等等。

(2) **實用光學教學行動盒**：內含偏振片、塑材之 Fresnel 放大鏡片、條紋式驗鈔卡、不同密度的 1D 和 2D 光柵片、塑材條紋之立體照片和 Flip-Flop 多層影像演示照片。

(3) **千變萬化的LED光電應用展示**：閃頻器的應用、混光、分光、、等等。

(4) **如何知道光是橫波？光偏振現象：**利用便宜偏光片，便可以用來認識光各種性質，還可以在透明物體上創造各種炫麗色彩唷！偏光片在工業科技與生活中常有各種妙用，您知道多少呢？探討偏光片的特性與妙用：於演講過程中，自行操作與體驗可見光被偏振後各種奇妙現象和下列應用。

1. 在日常生活中的妙用
2. 在彩繪玻璃上的應用
3. 在透明塑材上的非破壞光彈性檢測應用
4. 在生物檢測與天文觀測上的重要應用
5. 如何用偏光片製作 3D 影像和錄製 3D 電影

光學篇—浮光掠影-妙用無窮的偏光實驗

五、 電學起電篇—電電傳奇：(3 小時)

1. **范氏起電器**

(1) 不怒也能豎髮衝冠喔！

(2) 富蘭克林靜電馬達再現：在還沒有商業電力公司和商業電池的時代，你知道富蘭

克林如何使馬達轉動。

(3) 模擬天空的閃電與雷擊：親身體驗閃電與雷擊的震撼與其反作用力(含)。

(4) 人體導線：人和人之間真的能產生來電的感覺！

(5) 用電吹熄蠟燭的火焰：你看過嗎？

(6) 靜電集塵器演示：你知道為何現在的煙囪以不太冒黑煙，看到的白煙其實是水蒸氣。

(7) 以手指間「隔空」推動乒乓球：你能嗎？

(8) 演示接地的重要性：你知道為何良好的接地可免於您被觸電的危險嗎？

2. **韋氏起電器**：另一種效益更高的起電裝置，

3. **各種萊頓電瓶 DIY**：讓大家來場萊頓電瓶自製 PK 大賽

六、 磁學與電磁學篇—隔空感應我感應妳：(3~5 小時)

(1) **磁可以做甚麼事**：磁力橋、磁力盪鞦韆、磁浮！

(2) **磁來自移動的電**：你知道需要多少電力才能吸起一個五公斤的鐵鑄？只要一顆電池！

(3) **電來自移動的磁**：實際感後法拉地感應定律！講述發電廠的核心主角和起源，與演示發電機。

(4) **相依相存的電與磁**：電生磁、磁生電，發電機與馬達簡要歷史與原理—含四種簡易馬達 DIY(材料費：NT$ 50/人)

(5) **萬用的渦電流**：很多人都知道電磁爐原理來自於渦電流，但你知道渦電流還有其它不同形式與許多非常神奇的妙用嗎？

(6) **特斯拉線圈的超強閃電演示**：特斯拉線圈為何能製造超強閃電？

(7) **我抓住電磁波！**:教你製作來電閃與用鋁罐簡易製作雷達接收碟！(材料費:NT$ 20/人)

電學起電篇—電電傳奇與磁學與電磁學篇—隔空感應我感應妳

七、 能源科技與各種能源比較：發電面面觀(3~9 小時)

(1) **發電面面觀－電磁學與熱力學篇**

1. 能源與發電簡史
2. 電電傳奇：模擬、體驗大自然最原始的電源：體驗各種摩擦、感應起電、靜電和演示范氏起電器的各種有趣實驗，藉起電器說明電源接地的重要性。
3. 法拉地感應定律：發電廠的核心主角和起源，演示發電機

4. 史特靈引擎與蒸氣機的奧妙：啟動第一次工業革命的主角，演示史特靈引擎。
5. 傳統火力與再生能源發電廠演示：簡介及演示各種法拉第感應式發電廠。

(2) **發電面面觀—電化學、材料、電子、物理等跨領域篇**

1. **敏化染料太陽電池 DIY**：非法拉地感應發電方式。你知道只要利用藍莓果汁、修正液或美白產品的主要成份之一，再加上幾滴稀醋酸或白醋，及一小滴洗碗精就能自製會發電的太陽電池。只要 1-2 小時就能隨時隨地自製成功，且成功率 95% 以上喔！且成本很低喔，你也想試試看嗎?! (材料費：NT$100/人)
2. **水果、水&人體電池 DIY**：等-非法拉地感應發電：利用少許的普通自來水和銅、鋅金屬片或石墨棒就可做自製電池，當場就可讓液晶時鐘、計時器和計算機正常工作了喔！(材料費：NT$20/人)
3. **雙金屬的應用**：不同金屬的熱膨脹率變化與雙金屬的熱致開關應用，熱電效應與熱偶溫度計和熱電冷凝器的應用、
4. **記憶合金**：魔術師的魔術表演時的利器之一喔！
5. **伏打電池 DIY 行動盒**：內含水果電池、水電池及不會有觸電感的人體導電(球)演示教具的工作原理與實用示範。隨演講完後，將不會有觸電感的人體導電(球)演示教具(此教具在台灣無法買得到，但幾乎是人人必愛且極富教義意涵的教具)當作贈品贈送給邀請單位，或贈送給當場有上擔任演示演員的學生、或有答對問題之學生的獎賞禮物。

(3) **發電面面觀—輻射&原子核能隱形能量簡談**

能源科技與各種能源比較：發電面面觀部分實驗演示教具

八、 生活即物理，物理即生活：生活中的物品都可以拿來做科學小實驗唷！

(1) **可樂罐系列實驗**：利用喝過的可樂罐能讓我體驗許多物理原理呢！你會把可樂罐傾斜放置而不傾倒嗎？**僅用一根吸管和一張面紙就能「隔空」讓飲料鋁罐來回滾不停喔！**甚至能發功讓流動的水彎曲！我行，您也一定能！利用電蚊拍和可樂罐，就可以讓鋁箔小球來回擺動喔！用腳踩扁可樂罐太辛苦？教你一招錦囊妙計，只要 1 秒鐘，可樂罐瞬間變扁！

(2) **飲料中的科學**：飲料的組成、飲料罐的材質、鋁罐、罐子的形狀、、等等的各種物理原理、有趣的科學現象、與其延伸的各種應用

(3) **保特瓶系列實驗：(待開發)**

可樂罐系列實驗

九、 化學與物理如膠似漆：在化學中的物理！(新年度主要發展的主題和領域之一)

(1) **乾冰科學創意實驗 DIY—炎炎盛夏時節，讓大伙清涼一夏：**以「乾冰」為主題，進行下列教學活動。(材料費:NT$25/人)

1. **乾冰與冰塊超級比一比：**乾冰初體認，觀察乾冰與冰塊的異同現象。
2. **乾冰的昇華：**認識昇華現象及物質的三相變化，乾冰昇華所產生的大量 CO_2 會使金屬高速震動，並發生急聚快速的金屬撞擊乾冰聲。
3. **體驗二氧化碳的不助燃性：**觀察燭火與 CO_2 相遇時的反應
4. **認識二氧化碳水溶液：**二氧化碳遇水呈酸性。
5. **乾冰的氧化還原：**鎂帶置入乾冰，則鎂氧化燃燒，乾冰則還原產生黑色碳。
6. **乾冰遇石灰水**的化學反應
7. **乾冰瀑布：**乾冰遇到水的趣味遊戲，可將肥皂泡吹得很大喔！！
8. **用乾冰做美味的冰淇淋：**可在 3 分鐘內做出可口美味的冰淇淋喔！

化學與物理如膠似漆：在化學中的物理！

十、神奇實用的碘化鉀化學實驗：

碘化鉀具有許多神奇的現象，讓學員親身體驗並完成下列各項有趣的 KI 實驗。新年度擬加入的主要實驗與教材之一，研發中。參考網站：

http://www.psjh.cy.edu.tw/~science/studauthor/89/chem/89chem03/89chem03.htm

1. **清涼一下：**碘化鉀晶體溶解的吸熱反應

2. **HOT 到最高點**：碘化鉀與雙氧水的氧化還原反應—大象的牙膏
3. **我讓鐵釘迅速生銹了**!
4. **嘿，我讓透明運動飲料變可樂了**
5. **變色龍--當 KI 遇到 $Pb(NO_3)_2$ 的激情變色反應**：(1)荷包蛋，(2)蛋花湯，(3)黃金雨，(4)愈磨愈亮，(5)我把碘化鉛溶解了。

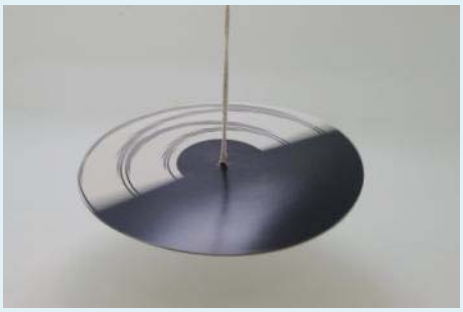
魔法光學 DIY 實驗--善用基本光學和電學知識，你也可以是魔術達人！

附表一：魔法光學&光電 DIY 實驗主題和內容簡介

#	實驗主題/ DIY 時間	活動項目/課程內容
1.	**一維光柵色差 3D 影像** Charomadepth 3D images of diffraction grating (50-70 分鐘)	**A. 各式光柵片的光干涉現象與其應用：** 一維和二維繞射光柵眼鏡(1D & 2D *diffraction grating* glasses)為近代光學的多狹縫繞射現象，特別是可見光的多狹縫繞射現象和繞射圖案，並透過具不同結構之二維光柵片的繞射，展現各種令人驚豔的繞射圖案。 圖 1 單束綠光雷射穿過具各種不同光柵結構之光柵繞射膜或以光柵膜觀看單點雷射所觀察得的各種有趣的繞射圖案。 (1)一維水平式光柵；(2)一維垂直式光柵；(3)兩片一維水平和垂直式光柵交疊在一起；(4)右旋螺旋狀結構光柵；(5)螺旋狀結構光柵與二維光柵交疊；(6)特殊新型結構光柵 **B.以光柵干涉眼鏡的色差分光效應使影像具有立體感** 傳統 3D 圖片和影像不易自製，多需先經專業人員根據擬用之特定 3D 觀看器的需求，預製好特殊的影像或圖片；一般人不易自製 3D 影像。因一維光柵繞射膜對不同波長的色光會在不同角度產生繞射現象，因而產生分光效果。故利用一維光柵繞射眼鏡，觀看二維圖片或影片時，可以產生比裸視觀看時，更為明顯的立體效果，稱為 3D 色差(3D chromadepth)。是以我們也在教學活動中，引導大眾如何使用一維光柵繞射眼鏡呈現可見光的色散效應、以不同角度觀看不同光源時明顯不同的分光效果，並用以觀看 3D 立體圖片或影片。 圖片來源：http://www.3dp.be/chrom.htm, 參考資料：http://www.jaredjared.com/chroma.html

2.	**光的折射**	**1. 水杯折射的魔法光學「<u>箭頭隨身變</u>」與「<u>杯弓蛇影</u>」：** 利用裝滿水的透明杯子，巧妙的運用空氣與水之間的折射原理，使原看似一般的圖案，經水杯的折射後，會如行變化？！ 欸！原指向右的箭頭，怎麼變成指向左！原來規則的斜線，怎麼變成彎曲的折線，且中間部分還成水平排列欸！ 你能利用此原理設計出哪些有趣變化的圖案，也可以玩密碼遊戲喔！ **2. 密碼解碼器(Copycoder) DIY:** 以橫截面為圓形(直徑約 4 或 5-7 mm)的壓克棒條自製簡單且物美價廉的文字/圖形碼解碼器，此解碼器的表面構造為規則排列的半圓凸狀條狀。可利用圓柱體的折射原理，設計密碼圖形或文字，當直接看此密碼圖時，實在無法看出圖內含有什麼有意義的文字訊息或有意義的圖案；但放上自製的解碼器後，就可以清楚地看出其中影含的圖形或文字喔！ C. **微型柱狀透鏡光柵片(Lenticular Len Sheet)的魔法光學：** **此類微型透鏡式光柵片可運用之視覺效果**可分為立體(3D)、兩變(Flip)、變大變小(Zoom)、爆炸(Explore)、連續動作(Animation)、扭轉(Twist)....等等諸多類型的應用；但其實可簡化分類為**立體(3D)**和**變圖(Flip)**兩大類。在變圖中就涵蓋所有變化的效果，這些效果可透過諸多市面上的動畫軟體、繪圖軟體、網頁多媒體等各種軟體，設計出自己所需要的分解圖檔，再經由此透鏡光柵片的視覺軟體將分解圖合成為光柵線數，即可將平面的效果製作成立體(3D)、變圖(Flip)的特殊效果。

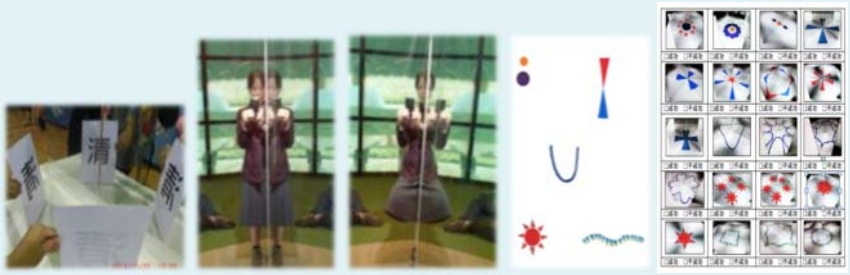
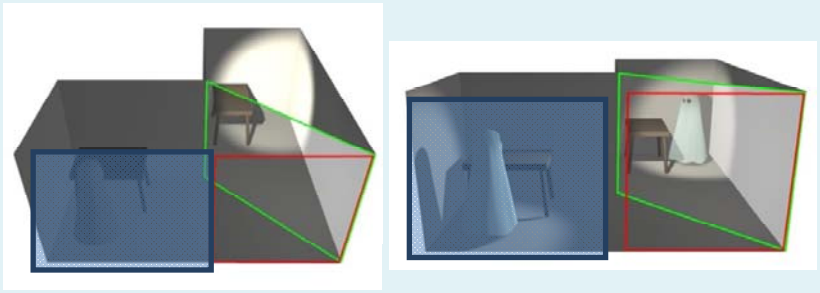
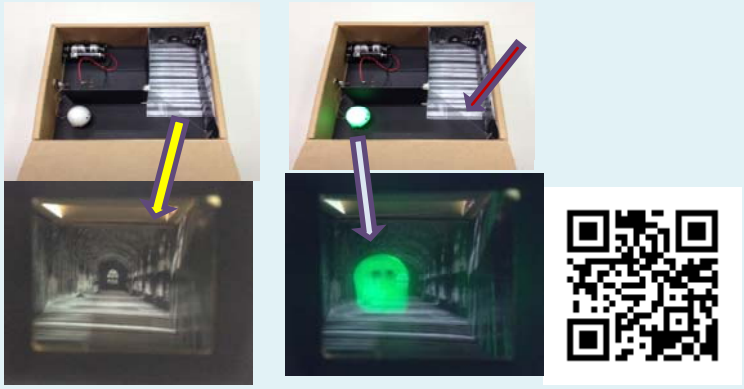
		 也可以應用魔術存錢筒的盒子來 DIY!! **未加光柵片　光柵垂直紅色條紋　光柵平行紅色條紋**
3.1	神奇的視錯覺 I	**盯著你不放的恐龍 Amazing T-Rex illusion _DIY**(30 分鐘) ㄟ！明明T-Rex恐龍的臉孔是的凹陷下去，但怎麼看起來卻是凸出的臉孔。也不管從哪個角度看牠，恐龍的眼睛好像總是盯著你不放喔!只要利用簡單的摺紙技巧就可以完成如此簡單的有趣小實驗喔！ T-Rex恐龍、狗狗、貓咪等 (參考影片：https://www.youtube.com/watch?v=A4QcyW-qTUg) **星空中的愛因斯坦 凹?凸? _DIY** (30分鐘) 這次是凸出來看起來像凹進去，到底是怎麼回事呢?
3.2	神奇的視錯覺 II	**A. 貝翰轉盤(Benham’s Top)** 貝漢轉盤或圖案：這是一張神奇的黑白圖片， 但旋轉時卻能讓看黑與白之外的顏色喔！如此有趣的視覺科學現象， 竟然有人用他來做心理測驗？？ 您相信這樣的心理測驗結果嗎？ 可以用電腦動畫，繩線，彈珠或指尖陀螺來 DIY，看看你能看到幾種顏色呢?

		 **B. 跑不停的馬_DIY** 磁學與光學的結合應用，如何利用磁鐵的特性，讓馬不停的跑動呢? 來動手做做看。
4.	**炫麗彩光盒 DIY--光導管應用演示 60 分鐘**	C. **炫麗彩光盒 DIY--光導管應用演示**
5.	**<u>魔法光學-畫中有話/畫--光學折射和全反射</u>** 60-80 分鐘 Total internal reflection: Paintings or sweet words in paintings	**<u>善用簡單光學，你也可以是魔術達人</u>—光學篇&科學魔術** **<u>魔法光學 1:</u>** 乀錢幣怎麼消失了！耶！又出現了！ **魔法光學 2**：畫中有話，畫中有畫！愛在心裡口難開，怎麼辦？可利用簡單的光學全反射原理，以科學方法創意表達，既有學問、又創意喔！也玩變裝遊戲喔，讓原來漂亮美麗的公主變尼姑、美麗俏佳人變帥哥喔！張開的大眼睛變閉眼、、等等 魔法光學：「畫中有話」及「變色花」 教學簡報檔案下載處：清華大學科普活動網站 http://gensci.phys.nthu.edu.tw/images/ppt/total_internal_reflection.pdf
6.	**3D 浮空投影**	2012 年初，亞洲歌唱天王周杰倫怎麼也和已故近 19 年的華人歌后鄧麗君小姐[1]

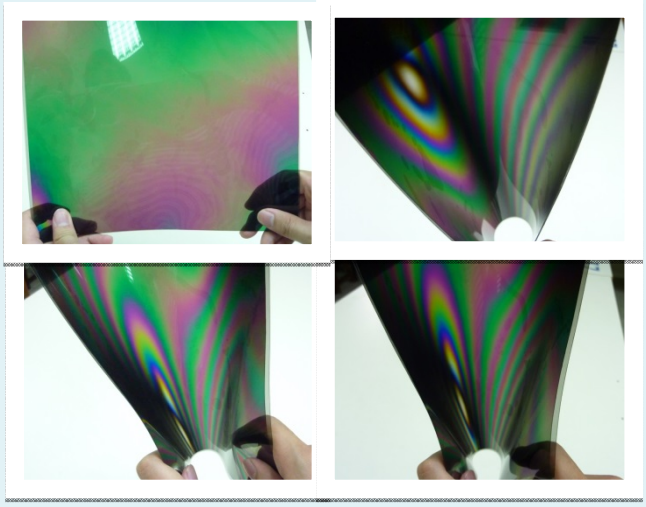
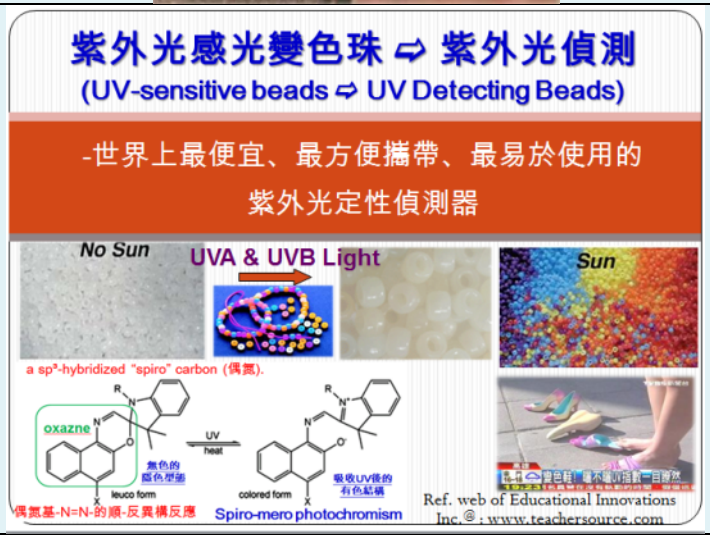
[1]**鄧麗君**：台灣雲林縣出生，1953 年 1 月 29 日-1995 年 5 月 8 日，在亞洲地區和全球華人社會極具影響力的台灣歌唱家，也是 20 世紀後半葉最富盛名的亞洲歌壇巨星之一。

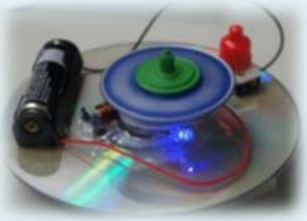
	DIY 3d holographic display 60-80 分鐘	玩起時空穿越的演唱會，現場同台合唱「你怎麼說」、「紅塵客棧」及「千里之外」等經典組曲。此外，為軟體代言的日本虛擬歌手初音未來[2]竟然也能躍上真實的舞台上載歌載舞，舉辦大型演唱會與歌迷一同互動。這些看似不可能的虛幻任務，僅利用 3D 浮空投影技術，就能把不可能變成可能喔! 利用浮空投影技術，一代歌后鄧麗君竟能獻唱於 21 世紀的舞台上[1]；虛擬歌手初音未來也開起現場演唱會[2]。 資料參考來源：https://www.youtube.com/watch?v=kdj8enBe4wM 自電影阿凡達上映後，陸續有不少高品質的 3D 電影陸續播出。近年 3D 浮空投影技術也廣泛地運用在商業宣傳、影視表演及藝文活動等方面。除了前述演唱會的例子外，更有 2011 年 Burberry 的時裝秀上，利用真人模特兒與全像模特兒交錯出現在同一伸展台上，創造出模特兒身影定格後，幻化成煙霧的奇幻效果，為秀場演藝的創新展現方法和 3D 技術再創新議題。更有不少國際知名產品製造商，如服飾、汽車、電子科技產品等業界或知名歌手，樂此不疲地推出一場又一場令人驚嘆的裸視 3D 動畫影像的行銷發表秀。亦真亦幻的 3D 影像秀每次出現總能帶來一場風潮。更有人認為配上 3D 影像技術，使得音樂變得更立體，偶像歌手的身影更具臨場感、觸手可及。使得世界科技再度掀起了一波 3D 立體視覺的運用熱潮。 左圖：本實驗室以自行開發的攝影暨拼照軟體拍攝實體人物的前、後、左、右所得照片所製成的特殊圖片，將圖片呈顯於電腦或手機螢幕上，搭配特製的塑膠透明金字塔，就能製造出浮空投影的效果！ 教學簡報檔案下載處：清華大學科普活動網站 http://gensci.phys.nthu.edu.tw/images/ppt/3dprojection.pdf
7	**鏡中變化萬千的奇幻影**	**鏡中千變萬化的奇妙影像：**模特兒兼攝影師 Laura Williams 將自身隱藏於鏡身後，並運用鏡子的反射原理映照出與背景相像的圖案，按下快門，

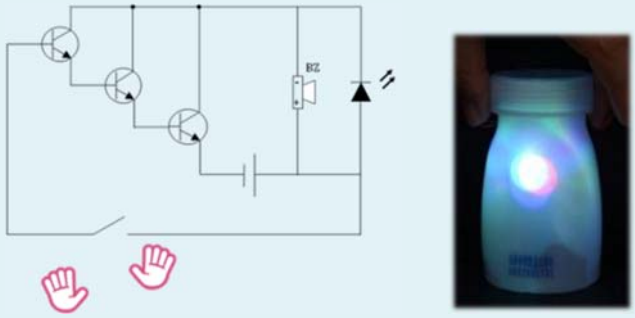
[2]**初音未來：初音ミク**，華人簡稱「初音」，是 CRYPTON FUTURE MEDIA 為配合以 Yamaha 的 VOCALOID 2 語音合成引擎所開發之軟體所設計的虛擬女性歌手，代表軟體象徵之印象角色主唱系列的第一個角色，擅長 1980 年代至最新的流行歌曲。

	像 **Fantasy ever-changing image in the mirror** **30-50 分鐘**	一張使人摸不著頭緒，彷如變魔術般的傑作便應運而生。 乀！人怎自己浮在半空中！ 利用兩片簡單的平面鏡子和簡單的圖案，就可合成千變萬化的圖案。 
8	**魔術存錢筒** **Disappearing Coins Bank** 40-60 分鐘	咦！存進存錢筒的錢明明在筒內，卻為何看不見、消失了？ 魔術存錢筒
9	**鬼屋 DIY** Haunted House or Pepper's ghosts 60 分鐘	佩珀爾幻象(Pepper's ghost)的應用--自製鬼屋幻影！您知道鬼屋內的鬼影如何製作嗎？  照片來源：http://www.yufulin.net/2010/11/peppers-ghost.html  以空盒自製演示用的鬼屋。鬼屋 DIY 相關檔案下載網站：http://bit.ly/1JnOLYz，和 QRcode 如附加檔案

		 本計畫研發的掌上型鬼屋幻影 DIY 成品
10	**彩色影子** **Stunning color shadow** 30 分鐘	**會變色影子**：影子只有黑色嗎?!影子也可是彩色，且還會變色喔?! 喔！影子真的可以也是很彩色的！ 參考資料：「不只是黑～影子也好色」，Zfang 的科學小玩意部落格網站中隨處遇科學網頁，http://zfang.tc.edu.tw/630.html, Google 網路「彩色影子」圖片搜尋
11	**偏光片的炫麗與妙用** **DIY** **Dazzling and magical applications of light polarization effect** 60-100 分鐘	**3D 偏光片的炫麗與妙用 DIY** 偏光片的特性與妙用：自行操作與體驗 (1) 在日常生活、魔術上、彩繪玻璃、偏光太陽眼鏡等等廣泛的應用、可觀日蝕用 (2) 在透明塑材上的非破壞光彈性檢測應用 (3) 在生物檢測與天文觀測上的重要應用 (4) 其他諸多科技領域上的重要應用 (5) 如何用偏光片製作 3D 影像和錄製 3D 電影

		 教學簡報檔案下載處：清華大學科普活動網站 http://gensci.phys.nthu.edu.tw/images/ppt/light_polarization.pdf
12	**名片型放大鏡菲涅爾透鏡**	**名片型放大鏡菲涅爾透鏡：** 菲涅爾透鏡是什麼碗糕?有了它，不僅可以用以做放大鏡，仿效福爾摩斯作CSI偵探；您也更可以是陽光聚焦高手，讓紙張三秒內點燃!
13	**紫外光感應變色材料**	

14	**紅外線應用: 感熱變色紙 & 馬克杯**	
15	**焦耳神偷 Make a Joule's thief** 120-150 分鐘	**焦耳神偷電路 DIY+無線充電電路 DIY:** 一顆因使用完畢電壓不足而將丟棄的廢電池，經善用阿姆斯壯自激發震盪升壓器(Armstrong self-oscillating voltage booster)的電路設計，可使原本認為電力已耗盡而無法使用的電池，再次使藍光 LED 長時間發亮並可作為小夜燈之用。將廢電池中的最後一滴電能取出並作最充分的利用，不僅可減少資源的浪費，也對保護地球環境盡一份心力。將 LED 取出與線圈相接，就可以隔空傳電囉。
16	**轉不停陀螺 Long-term (or Keep) Spinning Gyroscope** 120-150 分鐘	如何讓陀螺連續轉3小時不會停！藉此學習如何使用麵包板和認識各種電子零件。 
17	以人體導電啟動聲光電路之應用實驗 DIY **60-120 分鐘**	合作研發者：彭大立新竹市程鋒科學創意工作坊 使用著名的達靈頓電路(Darlington's circuit)設計了一套具類似功能的實驗套件，如圖二所示。可將完成的電路安裝於具勻光效果的塑膠罐內，以人體做啟動電路的切換開關，進而使罐內裝設之電路中的發光二極體發亮，並使電子蜂鳴器嗶嗶作響，參考美國科學教具網站對此類型教具的命名，故我們將之稱為能量罐(energy can)；又因會嗶嗶響，故也稱「嗶嗶罐」。可用以證實與了解人體確實會導電，並可定性觀察人體的導電程度。 另也可搭配電漿球，探測電漿球周圍電場強度。高壓電漿球在電漿

		球周圍產生電場，隨著距離的遠近會產生不同的電壓差；但是不易觀察。可利用手持 energy can 靠近電漿球，證實在電漿球的遠近，具有不同的電壓差。並可以輕易判別三原色 LED 對紅藍綠光之啟動電壓的差異。 (a) (b) (c) 圖 1 國外科學教具網站上稱為(a)能量球(energy ball)和(b)能量棒(energy stick or energy tube)，(c)是以人體作為電源切換開關的光電趣味實驗教具。照片來源：http://www.stevespanglerscience.com/energy-stick.html  (a) (b) 圖 2 本科普團隊研發之能量罐或稱嗶嗶罐 DIY 實驗的(a)電路示意圖和(b)實體成品。

註：本表各項 DIY 實驗活動均需酌收材料費，相關資料和教學簡報檔請參閱清華大學物理科普活動網站內之「科普活動課程簡介」網頁 http://gensci.phys.nthu.edu.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=323&Itemid=267#sthash.ypHin5z7.dpbs