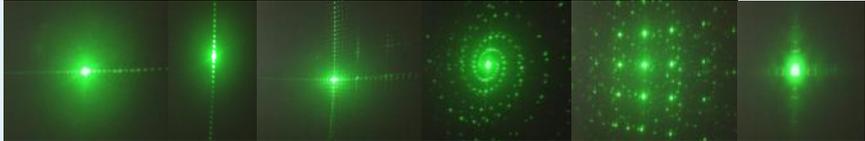




魔法光學 DIY 實驗--善用基本光學和電學知識，你也可以是魔術達人！

附表一：魔法光學&光電 DIY 實驗主題和內容簡介

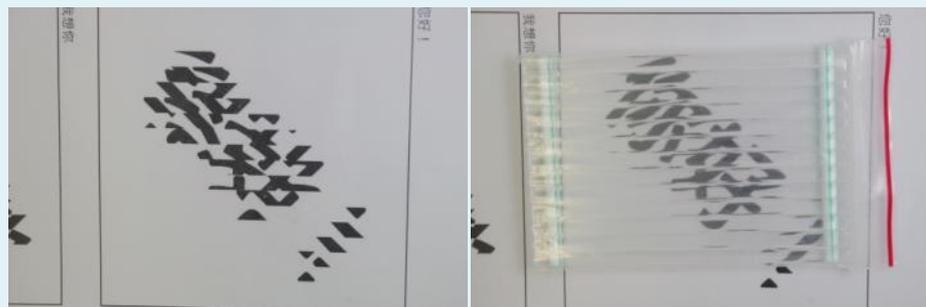
#	實驗主題/ DIY 時間	活動項目/課程內容
1.	一維光柵 色差 3D 影像 Chromadepth h 3D images of diffraction grating (50-70 分鐘)	<p>A. 各式光柵片的光干涉現象與其應用：</p> <p>一維和二維繞射光柵眼鏡(1D & 2D diffraction grating glasses)為近代光學的多狹縫繞射現象，特別是可見光的多狹縫繞射現象和繞射圖案，並透過具不同結構之二維光柵片的繞射，展現各種令人驚豔的繞射圖案。</p>  <p>圖 1 單束綠光雷射穿過具各種不同光柵結構之光柵繞射膜或以光柵膜觀看單點雷射所觀察得的各種有趣的繞射圖案。(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</p> <p>B. 以光柵干涉眼鏡的色差分光效應使影像具有立體感</p> <p>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。</p>  <p>圖片來源：http://www.3dp.be/chrom.htm, 參考資料：http://www.jaredjared.com/chroma.html</p>
2.	光的折射	C. 水杯折射的魔法光學「 箭頭隨身變 」與「 杯弓蛇影 」：

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！



D. 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！



E. 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!!

		 <p>未加光柵片 光柵垂直紅色條紋 光柵平行紅色條紋</p>
3.1	神奇的視錯覺 I	<p>A. 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！</p>  <p>T-Rex 恐龍、狗狗、貓咪等 (參考影片：https://www.youtube.com/watch?v=A4QcyW-qTUg)</p> <p>B. 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？</p> 
3.2	神奇的視錯覺 II	<p>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？</p>  <p>B. 跑不停的馬 _DIY</p>

		<p>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。</p>
4.	<p>炫麗彩光盒 DIY--光導管 應用演示 60 分鐘</p>	<p>炫麗彩光盒 DIY--光導管應用演示</p> <p>光導管是把由採光裝置收集的自然光導入室內的管道，光導管可以按形狀分為直光導管和彎管兩種，彎管可以有不同的彎曲角度，彎曲角度變化範圍為 0~90°。由於光在光導管內傳輸時要經過多次反射，光導管的反射率越高，其光強剩餘量也就越大。因此利用 PP 包裝紙背面銀色反光面來模擬此光導管效果，再襯以數種顏色玻璃紙讓色更鮮豔。</p> 
5.	<p>魔法光學-畫 中有話/畫-- 光學折射和 全反射 60-80 分鐘 Total internal reflection: Paintings or sweet words in paintings</p>	<p>善用簡單光學，你也可以是魔術達人—光學篇&科學魔術</p> <p>魔法光學 1: 錢幣怎麼消失了！耶！又出現了！</p> <p>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</p>  <p>魔法光學：「畫中有話」及「變色花」</p> <p>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</p>
6.	<p>3D 浮空投影 DIY 3d holographic</p>	<p>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</p>

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。

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

[display](#)
60-80 分鐘

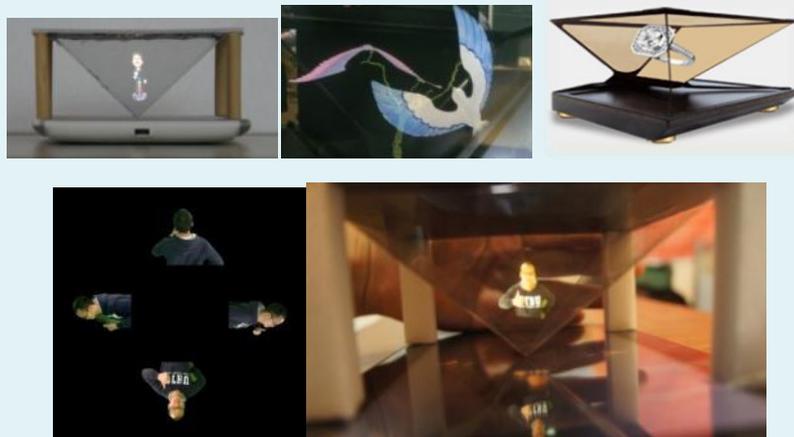
迷一同互動。這些看似不可能的虛幻任務，僅利用 3D 浮空投影技術，就能把不可能變成可能喔！



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

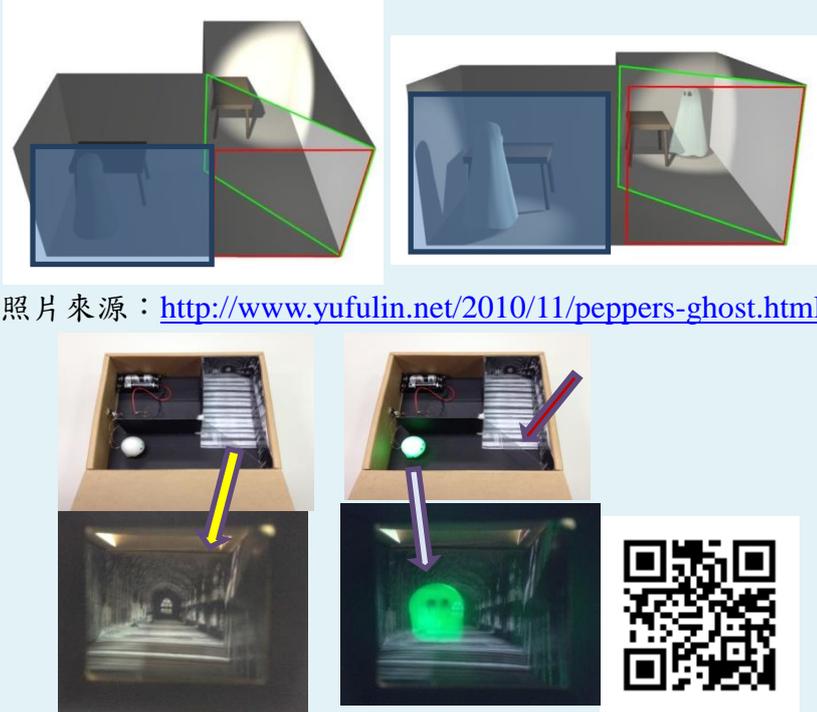
<http://gensci.phys.nthu.edu.tw/images/ppt/3dprojection.pdf>

7 鏡中變化萬千的奇幻影像

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，一張使人摸不著頭緒，

學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。

	<p>Fantasy ever-changing image in the mirror 30-50 分鐘</p>	<p>彷彿變魔術般的傑作便應運而生。 ㄟ！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。</p> 
<p>8</p>	<p>魔術存錢筒 Disappearing Coins Bank 40-60 分鐘</p>	<p>咦！存進存錢筒的錢明明在筒內，卻為何看不見、消失了？</p>  <p>魔術存錢筒</p>
<p>9</p>	<p>鬼屋 DIY Haunted House or Pepper's ghosts 60 分鐘</p>	<p>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？</p>  <p>照片來源：http://www.yufulin.net/2010/11/peppers-ghost.html</p> <p>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</p>

		<div data-bbox="497 107 1358 450" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="842 465 1358 495">國立清華大學跨領域科學教育中心研發製作 2015.02</p> <p data-bbox="651 521 1206 555">本計畫研發的掌上型鬼屋幻影 DIY 成品</p>
10	<p data-bbox="220 857 399 1037">彩色影子 Stunning color shadow 30 分鐘</p>	<p data-bbox="448 571 1369 604">會變色影子：影子只有黑色嗎?!影子也可能是彩色，且還會變色喔?!</p> <div data-bbox="552 616 1307 898" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="687 907 1161 940">喔！影子真的可以也是很彩色的！</p> <p data-bbox="432 954 1430 1037">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,</p> <div data-bbox="496 1043 1369 1283" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="683 1290 1174 1323">Google 網路「彩色影子」圖片搜尋</p>
11	<p data-bbox="220 1485 399 1951">偏光片的炫麗與妙用 DIY Dazzling and magical applications of light polarization effect 60-100 分鐘</p>	<p data-bbox="432 1339 836 1373">3D 偏光片的炫麗與妙用 DIY</p> <p data-bbox="443 1388 1414 1563">偏光片的特性與妙用：自行操作與體驗在日常生活、魔術上、彩繪玻璃、偏光太陽眼鏡等等廣泛的應用、可觀日蝕用在透明塑材上的非破壞光彈性檢測應用在生物檢測與天文觀測上的重要應用其他諸多科技領域上的重要應用如何用偏光片製作 3D 影像和錄製 3D 電影</p> <div data-bbox="611 1585 1251 2085" data-label="Image"> </div>



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(視活動當日的陽光強度決定)：

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

紫外光感應變色材料：(視活動當日的陽光強度決定)：

感光變色珠經陽光(紫外線)照射後，因吸收陽光(紫外線)之能量，分子結構產生改變，導致吸收波長的改變，而產生顏色變化；當陽光(紫外線)之能量逐漸失去，變色珠回復到原本的分 子結構，因而還原成本來的顏色。

紫外光感光變色珠 ⇔ 紫外光偵測
(UV-sensitive beads ⇔ UV Detecting Beads)

-世界上最便宜、最方便攜帶、最易於使用的
紫外光定性偵測器

No Sun

UVA & UVB Light

Sun

a sp²-hybridized "spiro" carbon (偶氮)

Oxazone

leuco form

UV
Heat

colored form

Spiro-mero photochromism

偶氮基-N=N-的順-反異構反應

Ref. web of Educational Innovations Inc. ©: www.teachersource.com

<p>14</p>	<p>紅外線應用： 感熱變色紙 & 馬克杯</p>	
<p>15</p>	<p>焦耳神偷 Make a Joule's thief 120-150 分鐘</p>	<p>焦耳神偷電路 DIY+無線充電電路 DIY:</p> <p>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。</p> 
<p>16</p>	<p>轉不停陀螺 Long-term (or Keep) Spinning Gyroscope 120-150 分鐘</p>	<p>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。</p> 
<p>17</p>	<p>以人體導電 啟動聲光電 路之應用實 驗 DIY 60-120 分鐘</p>	<p>合作研發者：彭大立新竹市程鋒科學創意工作坊</p> <p>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。</p> <p>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</p>

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。

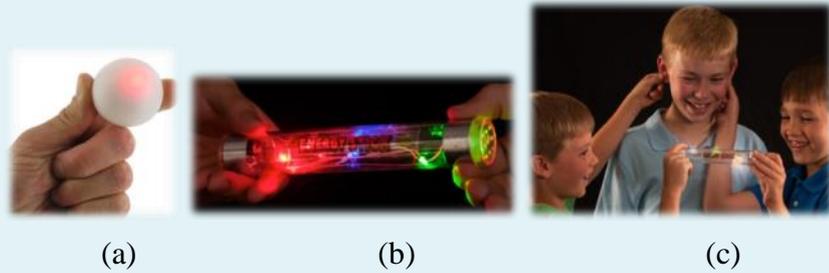


圖 1 國外科學教具網站上稱為(a)能量球(energy ball)和(b)能量棒(energy stick or energy tube)，(c)是以人體作為電源切換開關的光電趣味實驗教具。照片來源：

<http://www.stevespanglerscience.com/energy-stick.html>

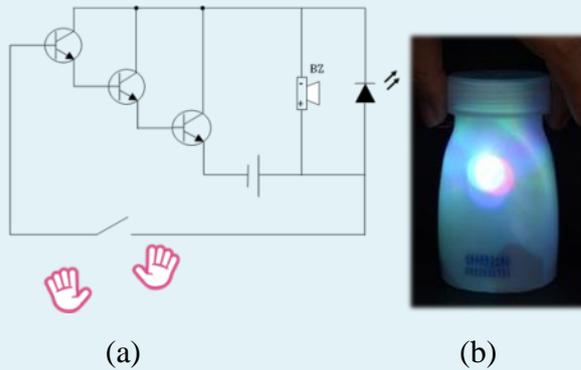


圖 2 本科普團隊研發之能量罐或稱嗶嗶罐 DIY 實驗的(a)電路示意圖和(b)實體成品。此 DIY 教學不僅可從自製過程中認識並學習發光二極體(LED)、電子蜂鳴器與雙極性接面電晶體(BJT)等電子元件的特性、麵包板的使用，更可瞭解簡單的達靈頓電子電路的電流放大功能等等，教學成效極大。此外，若使用含三原色的 LED 組件，利用具勻光性的塑膠瓶，亦可呈現光三原色理論中的混光效果。另也可搭配電漿球，探測電漿球周圍電場強度。高壓電漿球在電漿球周圍產生電場，隨著距離的遠近會產生不同的電壓差；但是不易觀察。可利用手持 energy can 靠近電漿球，證實在電漿球的遠近，具有不同的電壓差。並可以輕易判別三原色 LED 對紅藍綠光之啟動電壓的差異。

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及活動網站內之「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