

# 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](mailto: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？
- (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1

市售懸空紅酒架：  
300~500元



DIY材料成本：2元(不含鉛筆)



圖片2



DIY材料成本：30~35元

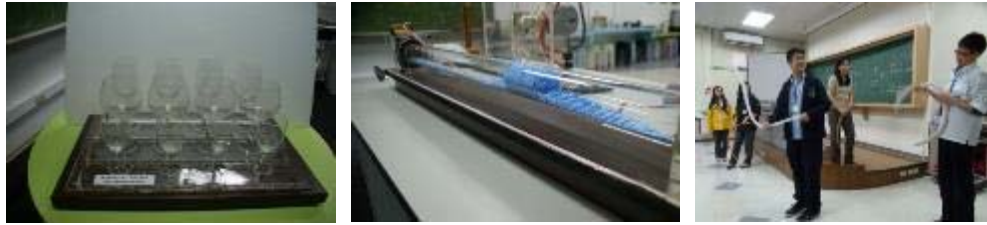
圖片來源：1. [http://www.amazon.com/Gravity-Defying-Wine-Bottle-Stand/dp/B000U8D230/ref=pd\\_sim\\_hg\\_3](http://www.amazon.com/Gravity-Defying-Wine-Bottle-Stand/dp/B000U8D230/ref=pd_sim_hg_3)  
2. [http://wise.edu.tw/daililib\\_detail.aspx?no=240](http://wise.edu.tw/daililib_detail.aspx?no=240)



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。
- (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。
- (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

**这些塑料管中  
有何物理？**

1. 为何菊色细水管不会发声，其他管子可发生不同音调、音色的悦耳声音，如同会唱歌的水管(Singing Pipe)
2. 引导思考产生声音的原因
3. 探究决定音调、音量、音色的主要因素决定
4. 应用？验证？

原来这样也能抽真空！  
哦！我听到都卜勒效应了！

**Whirling Tubes 旋转管**

**Singing Rod 会唱歌的铝棒**

**操作**

國立清華大學

**Rijke's Tube 黎开管**

这些日常生活和工业上常见的金属管能告诉您什么有趣的物理现象？

铝管 方形铝管

**A Simplest & Cheapest Demonstration Kit for Thermo-Acoustic Effect 热致声波效应**

**变因**

- 加热时和加热完后，管子的倾斜角度对发声的效果是否有影响？
- 管子水平置放，为何不会发声？
- 请依所学过的物理原理和知识，想想看金属管的几何形状和音量大小及音调的关联性为何？例如管的内径大小、管壁厚度和管长等因素的影响效应？
- 若换成其他材质的管子呢？
- 若加热通过的气流速度增加？
- 不以加热方式操作，改以低温液态氮(-196°C)冷却管内的铁丝网，还会有类似的现象发生吗？

石英管 Pyrex 玻璃管

國立清華大學

### 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，於是伯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溫度變化和浮力原則，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
1. **體驗低溫的世界：感受零下 196°C 超低溫液態氮的奇幻世界(2 小時)**
  2. 液態氮是瞎咪碗糕？您知道嗎？液氮其實比礦泉水還便宜喔！
  3. 花朵浸置於液氮後，發生什麼現象？
  4. 充氣氣球浸置於液氮中會如何？
  5. 香蕉可當榔頭敲鐵釘：聽過如此使用嗎？！
  6. 液氮除痣！除口香糖渣、殘渣！您知道嗎？還很環保喔！
  7. 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！
  8. 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！
  9. 液態炸彈！看過嗎?! 若好天氣，將在鴿子廣場演示。
  10. 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. 在日常生活上的妙用
  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
- (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！



## 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?!
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！
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

奈米科技與環保生活探索系列演講

**您也可以在家  
DIY 太陽能電池喔！**

時間：103 年 5 月 15 日(四)下午 7:00-9:00  
地點：南投縣水里鄉社區大學  
郵件信箱：[mftai@phys.nthu.edu.tw](mailto:mftai@phys.nthu.edu.tw)  
講者：國立清華大學 物理系 戴明鳳教授  
連絡電話：03-5742562 / 0920-964-622  
備註：參加者可獲贈

(1) 2 顆紫外光變色珠(可作紫外光偵測器)  
(2) 自製之太陽能電池成品

演講內容簡介

1. **太陽電池 DIY**：什麼！我也可以是太陽能專家！？用藍莓打成的果汁和可以讓您白拋拋奈米級二氧化鈦美白粉末，加上一些白醋和洗碗精，居然就可以變成一顆太陽能電池！無恙嗎！
2. **紫外光感變色效應**：紫外光變色珠的多元化應用
3. **水電池換算機或電子鐘**：最環保、最省能源的電子計算機
4. **史特林引擎**：汽車引擎的原型，運輸工具和現代火力發電的靈魂舵手
5. **法拉地感應定律+發電機**：傳統基發電的心臟-啟動人類用電史的法拉第電磁感應定律，探討電磁學在能源與發電科技上所扮演的重要地位和無可取代的應用。簡單說明發電機在傳統大電力發電技術(火力、核能發電)，及再生能源發電(溫差、海洋、水力、波浪發電、...)中的地位。



## 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。
  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  $\text{CO}_2$  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  $\text{CO}_2$  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！！





### 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. 我讓鐵釘迅速生鏽了!
4. 嘿，我讓透明運動飲料變可樂了
5. 變色龍--當 KI 遇到  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  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。