

# 臺南市 108 年度國民中小學科學探究與實作教師工作坊實施計畫

## 一、依據

- (一) 臺南市 108 年度科學教育總體推動計畫辦理，
- (二) 108 年度「十二年國民基本教育課程綱要-國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」綱本規劃的學習重點與內容，作為此次工作坊課程主題與教材學習的選擇依據。

## 二、目的

- (一) 強化國中小教師科技新知，促進教師掌握科學與科技最新脈絡。
- (二) 藉由對科學現象與實驗的實務操作與體驗，拓展教師了解科學、科技的發展與應用。引入台南市中小學教師與大學跨領域科教中心合作，透過從做中學學習跨領域科學的實作與探究，進而自行研發相關科學課程於各國中小教學中，並促進學生自主學習研究。
- (三) 引薦大學研發的科學教育資源，並期能融入本市教育領域的在地特色，使能廣與台南市國中、小教師交流分享。以增進大專校院與本市中小學科學領域教師之教學與學生學習間密切的合作關係與資源分享；進而提升雙方在教與學的品質與素養。
- (四) 透過有系統的系列科學實驗研習活動，能將雙方所設計與發展之基礎科學教育融入本市跨領域的 STEAM 課程中，推動理化教師的增能培訓，期使教師擁有足夠的能力，開發適合國中小學生的「實作與探究」課程。

## 三、辦理單位

- (一) 主辦單位：臺南市政府教育局
- (二) 承辦單位：臺南市立文賢國民中學
- (三) 合辦單位：國立清華大學

## 四、參加對象

- (一) 本市各國民中小自然學科相關教師 1 至 3 名，並以鄰近承辦學校區域之學校教師及其報名時間作為錄取篩選條件，每場上限為 40 名。
- (二) 參與教師請於 108 年 10 月 2 日（星期三）前，至本市中小學教師學習護照系統報名，**研習代號 229482**。因場地座位有限，恕不提供現場報名，承辦學校依照研習時間核實予以與會教師簽到、退，並控管出席情形，研習結束後方可簽退。

## 五、辦理時間、地點及課程內容

- (一) 時間：108 年 10 月 3 日（星期四）上午 8 時 30 分至下午 4 時 30 分。
- (二) 地點：臺南市立文賢國中學生生活動中心二樓會議室。
- (三) 課程主題：電磁學篇—善用電磁知識，就可成為一位高科技電磁工程師，課程內容表如附件。
- (四) 學習重點與內容依據：108 年度「十二年國民基本教育課程綱要-國民中小學暨普通型高級中等學校-自然科學領域」綱本中，第五章：「學習重點」，第二節：「國民中學教育階段學習重點」，(二)學習內容表中 所列的主題、次主題與第四學習階段學習內容；第 28 頁。

主題-次主題	第四學習階段學習內容
自然界的現象與交互作用(K) -電磁現象(Kc)	Kc-IV-1 摩擦可以產生靜電，電荷有正負之別。 Kc-IV-2 靜止帶電物體之間有靜電力，同號電荷會相斥，異號電荷則會相吸。 Kc-IV-3 磁場可以用磁力線表示，磁力線方向即為磁場方向，磁力線越密處磁場越大。 Kc-IV-4 電流會產生磁場，其方向分布可以由安培右手定則求得。 Kc-IV-5 載流導線在磁場會受力，並簡介電動機的運作原理。 Kc-IV-6 環形導線內磁場變化，會產生感應電流。 Kc-IV-7 電池連接導體形成通路時，多數導體通過的電流與其兩端電壓差成正比，其比值即為電阻。 Kc-IV-8 電流通過帶有電阻物體時，能量會以發熱的形式逸散。

#### 六、預期效益

- (一) 提升教師關注科技新知之專業知能，研發有效教學策略及多元評量。
- (二) 間接培養學生正確的科技觀念、態度及工作習慣，並能善用科學知識，並使學生得能具備創造、批判、邏輯、運算思維等能力。

#### 七、相關聯絡人

- (一) 若有相關疑義可洽承辦學校 文賢國中教務處主任陳榮華，電話：06-2587571#106，電子信箱：[gtomalateacher@gmail.com](mailto:gtomalateacher@gmail.com)。
- (二) 若對課程內容有疑義可逕洽清華大學跨領域科學教育中心 戴明鳳主任，電話：03-5742562，0920-964-622，e-mail: [mftai@phys.nthu.edu.tw](mailto:mftai@phys.nthu.edu.tw)，Line ID：mftai。

八、經費來源：本案所需經費由臺南市政府教育局 108 年度預算支應。

九、獎勵：承辦本案相關人員依「臺南市立高級中等以下學校教職員獎懲案件作業規定」核予獎勵。

臺南市 108 年度國民中小學科學探究與實作教師工作坊

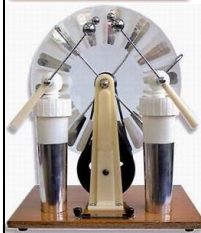
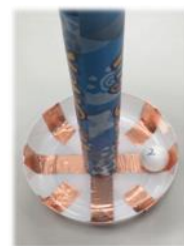
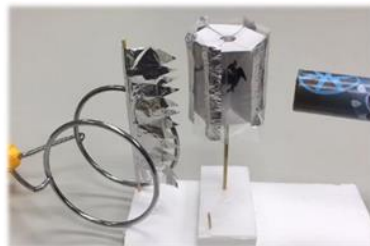
第 2 場次---文賢國中課程表

主題：電磁力學篇--善用電磁知識，就可成為一位高科技電磁工程師		
以下內容頗多，請承辦單位于上課前，先與清大跨領域科教中心商談希望的內容。		
時間	主題	課程概述
08:30-09:00	報到	參與學員與講師團隊會前交流 及 場地熟悉
09:00-10:50	電學篇	<p><b>A.電學起電篇—電電傳奇：</b>透過范氏&amp;韋式起電器的各種演示，探究各種電學現象和其廣泛的應用(依時間和參與學員的基礎，從下列多項實驗中選擇適當的項目進行體驗和展/演示)</p> <p>(a) 不怒也能豎髮衝冠喔！</p> <p>(b) 演示接地的重要性：為何良好的接地可免於您被觸電的危險嗎？</p> <p>(c) 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。</p> <p>(d) 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。</p> <p>(e) 模擬天空閃電與雷擊：親身體驗閃電與雷擊的震撼與其反作用力(含)</p> <p>(f) 用電吹熄蠟燭的火焰：你看過嗎？</p> <p><b>A-1 電電傳奇-靜電大觀園：</b>靜電無所不在?你一定有被電到的體驗!在天氣乾燥時，化纖衣物、地毯、牆紙等受到摩擦，或是開水龍頭、坐椅子、與人牽手等等都特別容易產生靜電。透過下列實驗讓我們了解靜電的妙用之處。</p> <p>(a) <b>驗電檢察官：</b>來體驗一日驗電檢察官吧!使用兩種不同材質物品互相摩擦會有什麼現象呢？不需要昂貴的器材，小小一「瓶」即可搞定！</p>  <p>(b) <b>遛鋁罐--靜電隔空牽引：</b>魔術中有聽過隔空牽引術嗎？靜電也可以輕鬆辦得到喔！</p> <p>(c) <b>萊頓瓶 DIY 與其應用：</b>古人發現了靜電，但要如何儲存做更有效的利用呢？一起自製萊頓瓶！</p> <p>(d) <b>隔空點亮日光燈：</b>創世紀中提到：「上帝要有光，於是就有了光」。讓我們來隔空點亮日光燈！</p>



(e) 相同物質互相摩擦時理應不帶電，但是電子會往哪邊移動呢？

(f) 靜電能吸引微小物質，但你能想像靜電荷也能推動輪子或是風車嗎？



(g) 為什麼靜電棒可以將保麗龍球拉起，卻沒辦法將其吸附在棒體上面呢？

(h) 環形飆風道：讓你體驗保麗龍球在圓形跑道中飆速的快感。

(g) 還有好多好多靜電的實驗讓我們一起來挖掘！

(h) 人體導線：人和人之間真的能產生來電的感覺！

(i) 水瓶萊頓電瓶 DIY：讓大家來場萊頓電瓶自製 PK 大賽

(j) 以手指間「隔空」推動乒乓球：你能嗎？

(k) 飲料鋁罐中電學知識的探究與實作

(l) 韋氏起電器：另一種效益更高的起電裝置介紹與操作

10:50-11:00

休息

茶歇 與 教師間交流討論

11:00-12:00

磁學篇

**B. 磁與磁學篇：磁力大神功系列實驗 DIY，探討磁力的各項議題**

(1) 磁力大小和磁體大小的關係？

(2) 磁力強度怎麼測？

(3) 喔！原來磁鐵也可以這樣架設！

(4) 飄浮飛機：以磁力抗拒物體的重力，而讓物理懸浮於半空中，

(5) 飛舞不停的蝴蝶

(6) 磁浮轉子

(7) 跑不停的馬：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。

**磁力大神功**

1. 磁力大小和磁體大小的關係？
2. 磁力怎麼測？
3. 喔！原來磁鐵也可以架設！
4. 飄浮飛機
5. 飛舞不停的蝴蝶
6. 磁浮轉子
7. 跑不停的馬

清華大學 物理系 戴明鳳教授 科普團隊

12:00-13:30

午 休

用 餐 、 Q & A 、 教 師 間 交 流

13:30-15:00

電 磁 感 應 篇

**C. 電與磁的交互作用**

**1. 相關章節與單元主題：**

**25.4 直線電流和通電螺線管的磁場**

**25.5 磁場對電流的作用力**

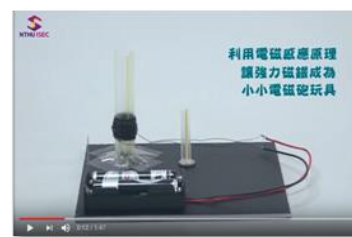
**25.9 洛倫茲力的應用**

- (1) 產生磁場的方式有哪些？
- (2) 電與磁間的作用關係
- (3) 羅倫茲力的應用
- (4) 學生常易混淆或不易理解之課題如何釋疑？

**2. DIY 和展演示的實驗項目：DIY 實驗每人一套，另每校再備 2 套；演示實驗每校一套。共計 DIY 材料包 100 份，演示實驗教具計 10 套**

(1) **電磁跳跳炮 or 跳跳電磁炮 DIY**：利用電生磁，所感應出的磁場，作用於小強力磁鐵圓片上，使之彈跳出足夠遠的距離。

<https://youtu.be/FyUoeA-5qIE>

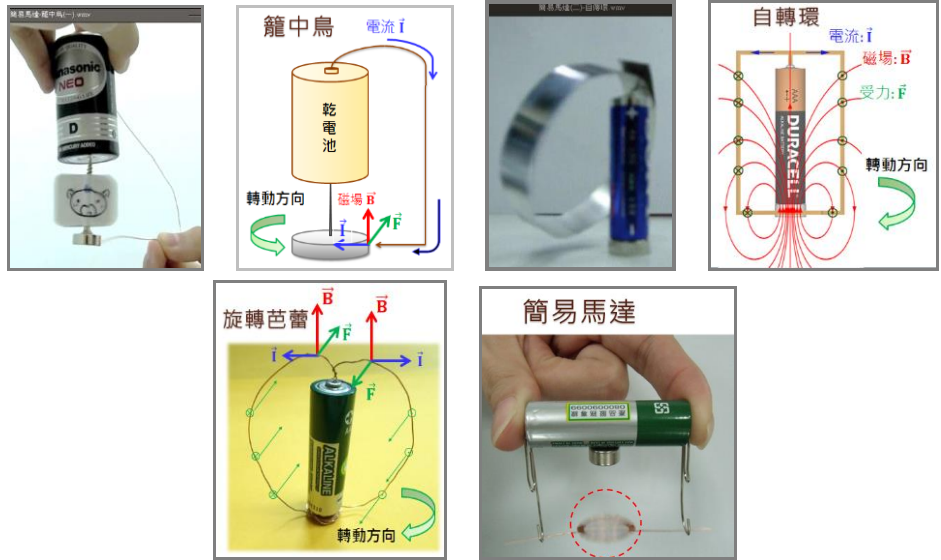


<https://youtu.be/FyUoeA-5qIE>

(2) **電動雙極馬達 DIY**：簡易馬達 DIY 影片 <https://youtu.be/bT21VROKbhg>



(3) **四種不同簡易單極馬達 DIY**：籠中鳥、自轉環、旋轉芭雷、單極馬達



(4) 電磁跳環(EM Jumping Ring)演示：電磁感應、洛倫茲電磁力與其應用。

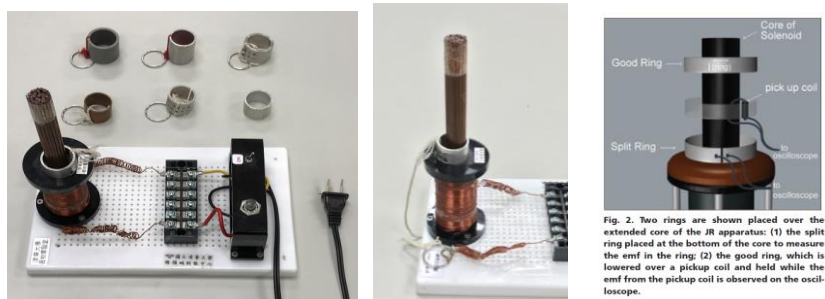


Fig. 2. Two rings are shown placed over the extended core of the JR apparatus: (1) the split ring placed at the bottom of the core to measure the emf in the ring; (2) the good ring, which is lowered over a pickup coil and held while the emf from the pickup coil is observed on the oscilloscope.

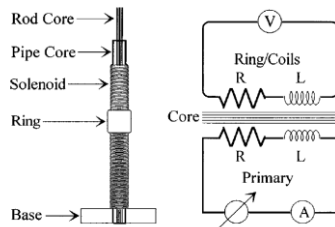


Fig. 1. The jumping ring primary is made of 8 in. of  $\frac{1}{2}$  in. i.d. slotted iron gas pipe wound with two 400-turn layers of 0.38-mm-diam copper wire across 120 V rms 60-Hz source and filled with iron rods.

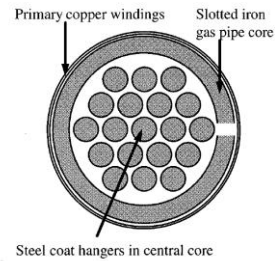


Fig. 2. A top view of the jumping ring apparatus shows the slotted iron gas pipe and the individual rods cut from coat hangers to reduce eddy currents.

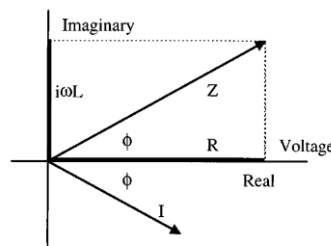


Fig. 3. The primary core and conducting ring have complex impedance for sinusoidal voltage, causing the current to lag the induced voltage in phase.

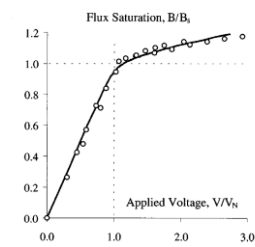


Fig. 4. Voltage causes ferromagnetic core saturation and then heats the copper turns in the primary.

Reference-1: "A classroom jumping ring", Carl S. Schneider and John P., Ertel Am. J. Phys., Vol. 66, No. 8, August 1998 pp.686-692. (1998) ; 2. "The Phase Shift in the Jumping Ring", Rondo N. Jeffery and Farhang Amiri, The Physics Teacher, Vol. 46, September 2008, pp350-357. DOI: 10.1119/1.2971219

15:00-15:10

休息

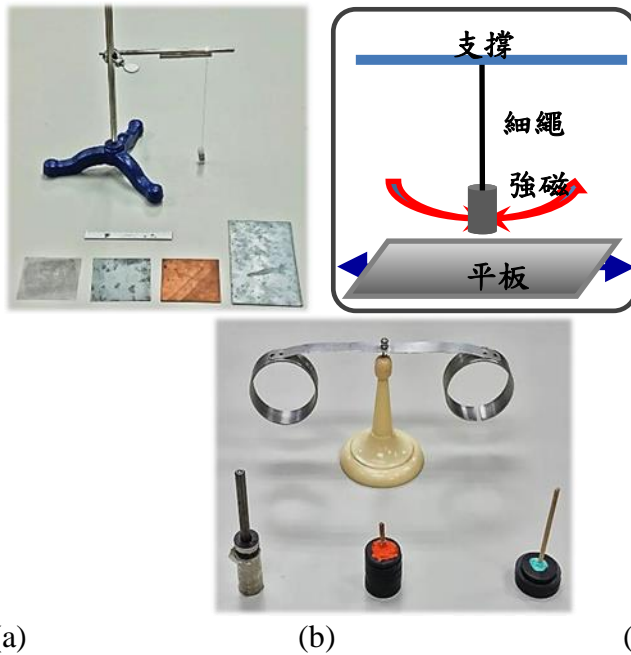
茶歇與教師間交流討論

## 二、楞次定律、渦電流與電磁感應間的交互關連性系列實驗

### 四種不同磁煞與渦電流 DIY 和演示實驗：

**演示一：**咦！老師明明移動的是平板，怎麼原不動的單擺與擺錘，卻自己擺動起來了！但為什麼我卻沒有此特異功能？(靜止的磁鐵被渦電流效應啟動了！)

**演示二：**當磁體突然穿過下圖(c)內左側原靜止的完整鋁環(磁體完全未碰觸到鋁環)，欸！鋁環竟會自己動起來。但磁體穿過另一個環上有縫隙的不完整鋁環，鋁環卻毫無反應，不動如山。



電磁感應實驗與應用

15:10-16:30

**演示三：**原以為磁體放入管中，磁體會快速下落。咦！但磁體竟好像被無形力量拉扯著而減速的磁煞效應。(快速運動體卻被減速了!)

### 電磁感應應用：磁的渦電流效應演示

磁鐵

改變下列實驗參數，比較兩實驗的效應

1. 平板與管子的材質：金屬或非金屬類
2. 平板和管子內徑與磁體間間距
3. 平板厚度與管子厚度：影響材質導電度
4. 平板與管子是否有鏤空圖案(橫切/直切)
5. 平板面積
6. 平板的移動速度
7. 磁鐵材質
8. 磁鐵大小、數量
9. 磁鐵形狀、

**演示四：**進階渦電流感應的磁煞效應差異比較；左下圖內三個面積相同的鋁質金屬實體擺，但在矩形面板部分有不同的結構設計：一為梳狀結構，一為中間有條狀空隙的結構，另一為密實沒有任何縫隙的結構。如右圖，當實體擺置於由兩強磁鐵所形成的磁場內，並使之擺動後，觀察受磁力作用後的差異比較。



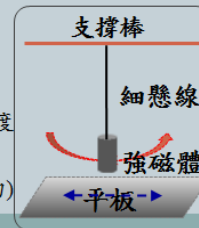
### 電磁感應應用：磁的渦電流效應演示

演示一：咦！老師明明移動的是平板，怎麼原不動的單擺與擺錘，卻自己擺動起來了！但為什麼我卻沒有此特異功能？(靜者被渦電流效應啟動了！)

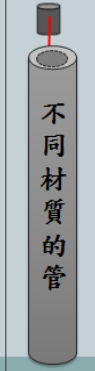
演示二：原以為磁體放入管中後，磁體會快速下落。咦！但磁體竟好像被無形的力量拉扯著，而發生減速的磁煞效應。(快速運動體卻被減速了！)

改變下列實驗參數，比較兩實驗的效應

1. 平板與管子的材質：金屬或非金屬類
2. 平板和管子內徑與磁體間的間距
3. 平板厚度與管子厚度：影響材質導電度
4. 平板面積
5. 平板與管子是否有鏤空圖案(橫切/直切)
6. 平板的移動速度



強磁體



### 演示五：渦電流與電磁感應的廣泛應用介紹

1. 從楞次定律到渦電流的廣泛應用
2. 電磁爐與高周波感應加熱爐的工作原理
3. 電磁軌道車、電磁砲、電磁感應磁浮列車、等等

16:30-17:00

交流討論

Q&A 及 團體大合照