

特斯拉的異能世界

教學手冊 (編號: K00601)

主題一：電生磁、磁生電

主題二：儲存電能的方式

主題三：認識發電機

主題四：特斯拉電能車



課程名稱		電生磁，磁生電（編號：K00601）		
課程主軸		電路連接		
教學建議時間		90 分鐘	適用年齡	9-11 歲
教學目標		1. 提升學童對自然科學的學習動機、觀察力與探究能力。 2. 引導學童享受學習主動探究自然科學的樂趣。 3. 鼓勵學童積極嘗試、參與活動與發表自我想法。		
課程理念		如何有效的使用電力也十分重要，讓我們來連接電路迷宮，認識不同連結方式所帶來的影響，並了解電路周圍還會產生磁場喔！		
教學流程				
活動流程	教學內容		時間	備註
準備活動	《經驗引導》 小朋友有用過手電筒嗎？那麼這手電筒和天花板上的日光燈有何不同呢？		3 分鐘	
	《基礎認知》 在電路上，將元件或是電源一個一個，按照不同的方式連接起來，便能產生各式奇妙的結果。		5 分鐘	
發展活動	《知識補充站》 ◎電子元件 電路上的元件有很多種，讓我們認識這些不同元件能幫忙什麼。		10 分鐘	自備
	《科學動手做》 ◎組裝蜂鳴器 首先按照步驟將電路連接，並試著讓蜂鳴器發出聲響。		17 分鐘	
	◎串聯試一試 試著將 LED 燈也加入電路的行列，形成一組串聯電路，不過是誰能接通電路發亮或發聲呢？		15 分鐘	
	◎並聯試一試 在試著改變蜂鳴器與 LED 燈的排列組合，並排形成並聯的方式有比較容易發亮或發聲嗎？		15 分鐘	
	◎製作好玩的電磁鞦韆 利用磁鐵與線圈，了解電線通電後，不只產生電力，如果纏繞的圈數夠多的話，甚至還能產生明顯的磁力呢！		20 分鐘	
綜合活動	《課程總結》 ◎電磁感應效應 現代發電機幾乎都是運用這樣的方式來電池感應效應發電，認識一下法拉第所使用的方法。		5 分鐘	

《教學流程》

教學流程

《經驗引導》

老師：小朋友你覺得手電筒跟日光燈會什麼會發光？

同學：(自由發揮)

老師：其實它們都是在一條完整的電路上才能發光喔，那電路是什麼？他又有什麼接法呢？
手電筒跟日光燈的電路連接會一樣嗎？

《基礎認知》

電路就是可以讓電子流通的線路，幾個元件通過導線互相連接，形成「電路」，也可以稱為「網路」，是形成一個閉合迴路的網路。舉例來說手電筒可以發光必須要有電線、燈泡、開關、電池，利用電線連接成一個封閉的迴路，每項電子元件皆須可以通過電子，才可以形成通路！

《知識補給站》

◎電子元件



活動導言：




老師：在電路上的東西我們都可以稱做電子元件，你看過那些呢？或是你可以說出你手上的材料叫什麼名字？

同學：(自由發揮)。

老師：那現在我們就來認識一樣它們！

為了保持電子元件運作的穩定性，通常將它們以合成樹脂包覆封裝，以提高絕緣與保護不受環境的影響。

電線	是由兩條或更多的金屬線扭曲或編織在一起形成的單一的 連接兩個設備 傳輸電信號的組件。 銅線導電性僅次於銀，導熱性僅次於金、銀；抗腐蝕，無磁性，塑性好，易於焊接，用途廣泛。銅合金主要為提高銅的耐磨性，耐腐蝕性及機械物理性能。	
電源	電路的能量來源，本堂課利用 自備電池 及儲蓄好電能的電容作為電源。	

電容	在電場存儲的電荷的元件。電容器在電路中用於過濾。電容器通常會改變所通過的交流電壓，而不會改變恆定的直流電壓。	
LED 燈 (發光二極體)	發光二極體只能夠往一個方向導通（通電），叫作順向偏壓，當電流流過時，電子與電洞在其內重合而發出單色光，這叫電致發光效應，而光線的波長、顏色跟其所採用的半導體物料種類與故意摻入的元素雜質有關。	
蜂鳴器	使用磁的電子元件，電路上的電磁感應裝置，利用電磁原理產生聲響。	

《科學動手做》

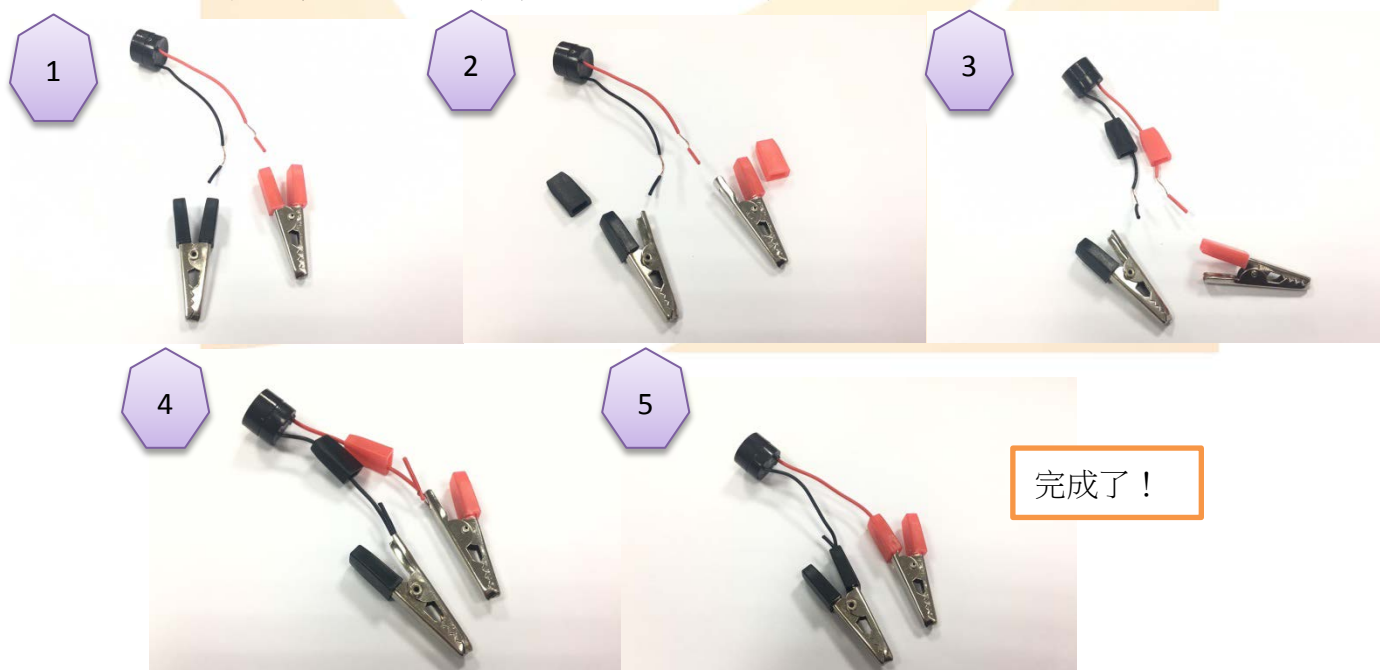
◎組裝蜂鳴器

實驗器材：

1. 蜂鳴器*1
2. 紅色鱷魚夾*1
3. 黑色鱷魚夾*1

自備器材：3 號電池*2

步驟一：（參考下頁圖示）將鱷魚夾拔下一邊的塑膠殼，插入電線後，將鐵夾與電線結合，再將塑膠殼卡回原位，蜂鳴器的接頭就完成了！



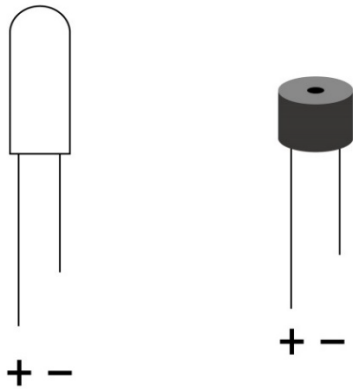
◎測試是否通電

再拿出 LED 燈與雙座電池盒，試著讓 LED 燈發亮、蜂鳴器發聲，可引領小朋友了解發光二極體、蜂鳴器，有分正負極：

LED 燈→長腳為『+』極

蜂鳴器→紅線為『+』極

完整的電路需要從電源供應電子通過電子元件回到原點，成為迴路。



蜂鳴器與 LED 皆有電流方向性，必須從電源(電池盒)正極流經蜂鳴器與 LED 正極再經由負極流回電源負極，才是完整迴路，才能發亮，發聲。

◎串聯試一試

實驗器材：

1. 七彩炫光 LED 燈*1
2. 蜂鳴器*1
3. 紅色鱷魚夾*2
4. 黑色鱷魚夾*2

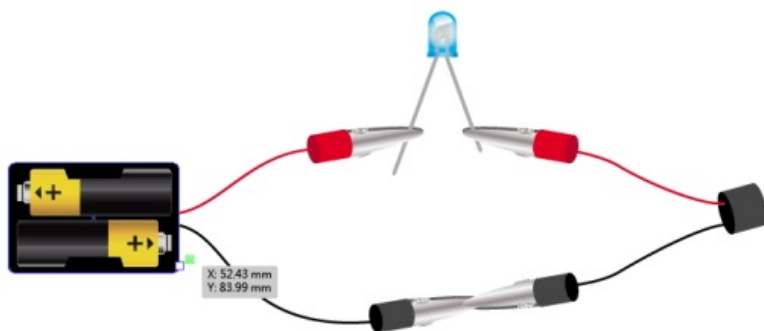
活動導言：

老師：剛剛我們很簡單用一個電源接上一個元件，那如果今天我們想要在電路上同時連接兩個元件，請問該如何操作呢？

同學：(自由發揮)。

實驗步驟：

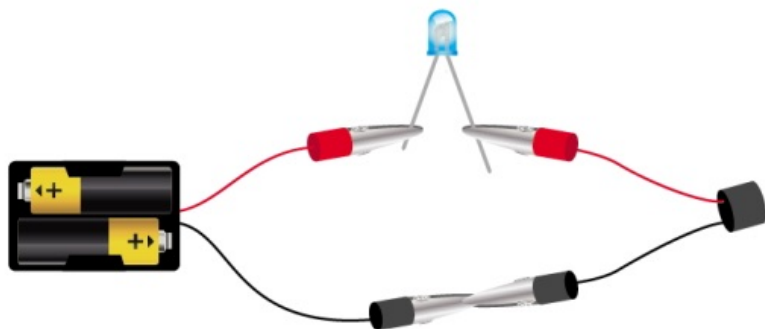
步驟二：連接電路，觀察通電後兩個電子元件的變化。



科學原理

蜂鳴器會一下有聲音一下沒有聲音的循環，剛好與 LED 一明一滅相反，是因為電子元件為串聯連結，電力會通過兩個物件，就像是一條河流有兩戶人家一樣，同時需要水，就變成搶奪戰了，電通過時一下 LED 亮；一下蜂鳴器叫。

步驟三：將 LED 燈相反裝，觀察電子元件的變化。



科學原理

當 LED 燈正負相反，它無法發出光線，但電流還是會通過其線路，所以只有蜂鳴器在做功，發出聲響！

步驟四：將 LED 燈卸除，觀察蜂鳴器的變化。

科學原理

電子元件串聯時，若卸除其中一個電子元件，此電路則無法順利讓電變成一個完整的迴路，此時稱作斷路，所以蜂鳴器也不會作響。

◎並聯試一試

實驗器材：

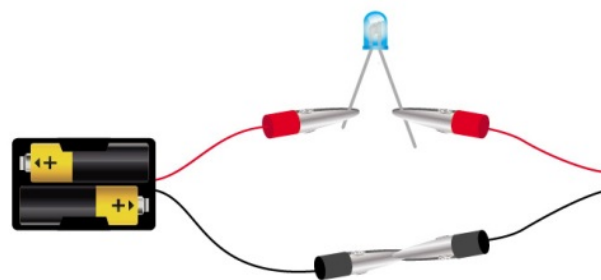
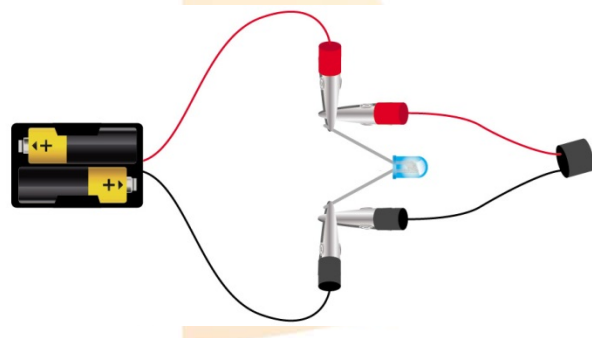
5. 七彩炫光 LED 燈*1
6. 蜂鳴器*1
7. 紅色鱷魚夾*2
8. 黑色鱷魚夾*2
- 9.

活動導言：

老師：剛剛我們將電子元件全部都連結在同一條線上，現在如果讓電子元件分開連，會有什麼結果呢？

步驟一：連接電路呈並聯。

步驟二：電路呈並聯時，若其一電子元件拔除時，觀察 LED 燈的變化。



科學原理

現在的電路呈現並聯，電流皆有通過兩個電子元件，因此同時做功。

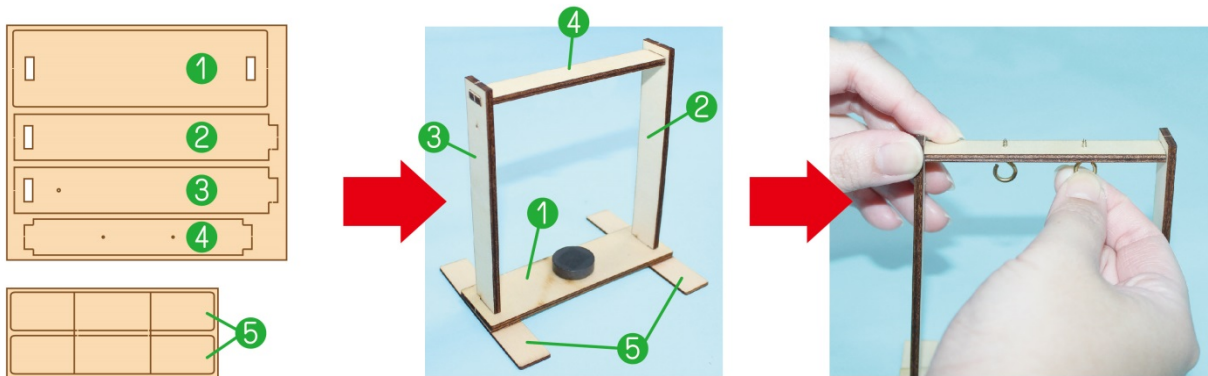
科學原理

現在的電路呈現並聯，電流是分兩條路通過電子元件，所以電子元件各自有一條電路，當一個卸除時，另一個並不受到影響。

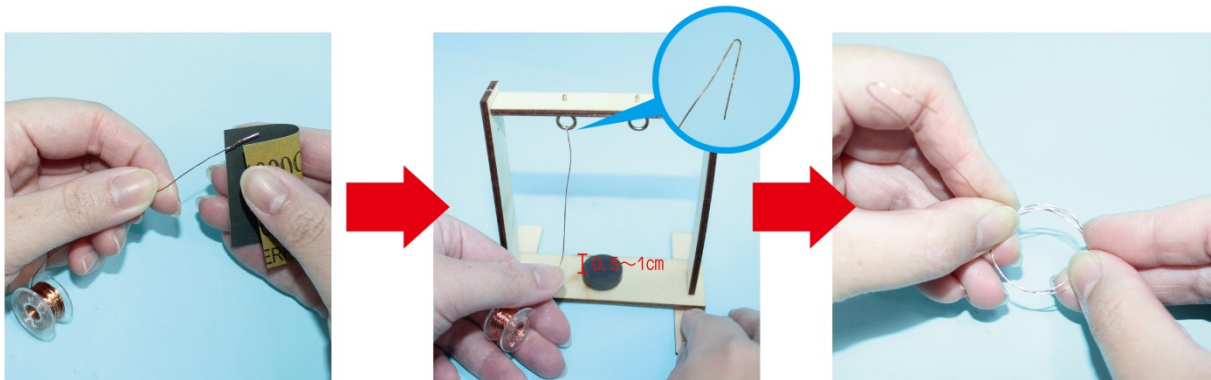
補充：一般電子元件連接都是使用並聯，當其中一個電子元件損壞，並不會影響線路上的其他電子元件。

◎製作好玩的電磁鞦韆

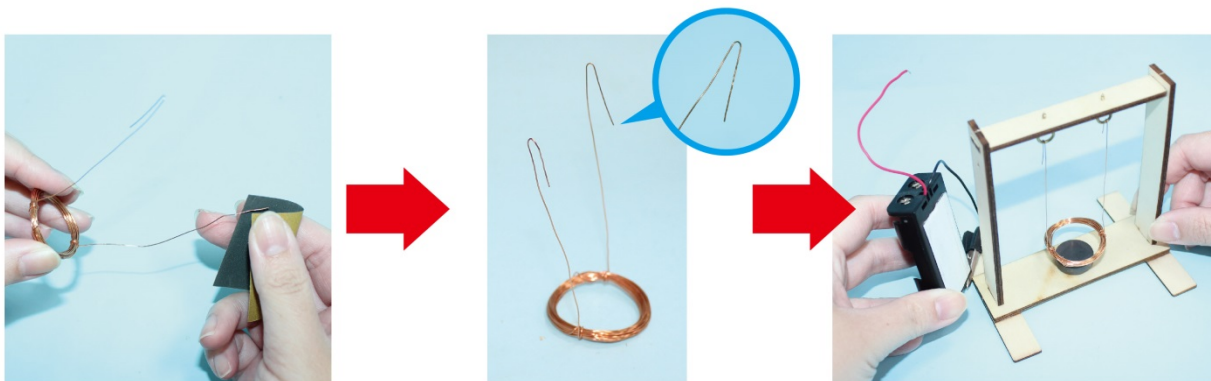
1. 按圖所示，把鞦韆支架木板組裝起來，並在下方木片正中間黏上圓形磁鐵。
2. 將兩個羊角釘由下往上鑽出，上方要突出可以讓鱷魚夾夾住的長度。



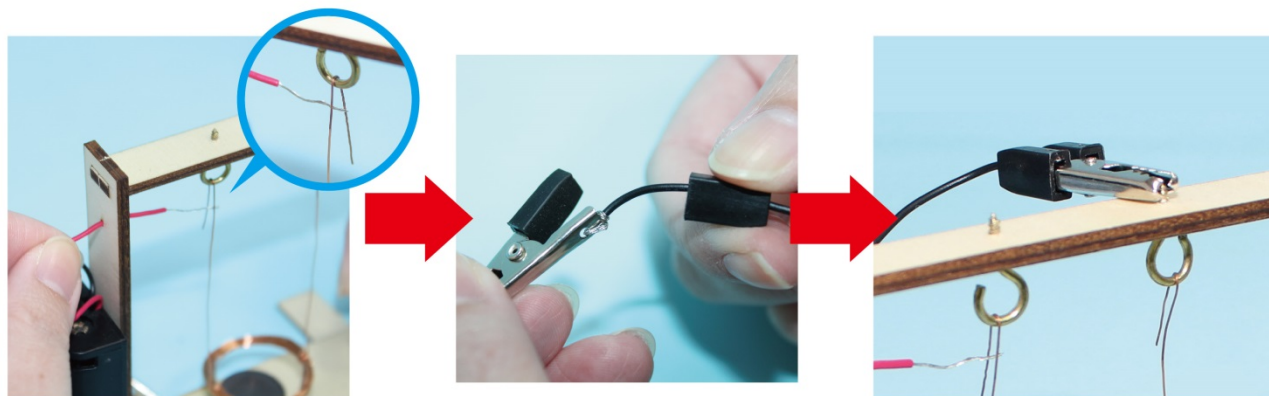
3. 將漆包線前端 5 公分的漆用砂紙刮乾淨。
4. 5 公分對折彎成圖上的形狀，掛在左側羊角釘上，測量大約在磁鐵上方 0.5~1 公分處，開始繞圈。



5. 將漆包線整齊繞 20 圈後，另一端拉出和左側一樣長的漆包線，前端一樣刮除 5 公分的漆後對折折彎。
6. 將做好的線圈掛上鞦韆，黏上電池盒。



7. 紅線穿過支架上的圓洞，電線前端要在折彎的漆包線之間，黑線套上鱷魚夾，夾住右側的羊角釘。
8. 裝入電池，放上小布丁或小旋風，輕推一下線圈，就可以開始盪鞦韆囉！



註：通電產生的磁力有方向性，如果發現線圈一直被吸住，代表產生的磁力和下方的磁鐵是同性相斥，只要把磁鐵翻面，即可繞鞦韆運作。

科學原理

不通電時搖晃線圈，線圈會逐漸停下來。

線圈通電後，根據法拉第的電磁感應定律，電線周圍產生磁力，

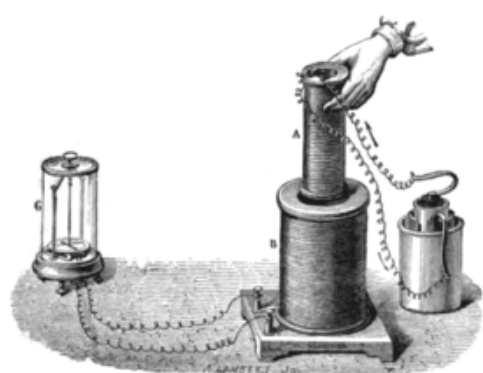
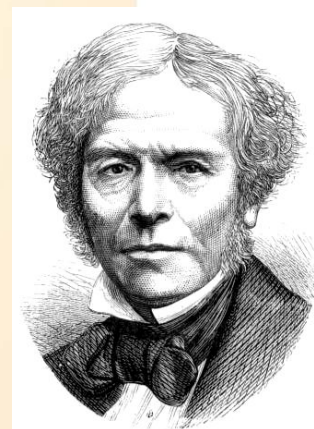
雖然這個磁力很小，但因為我們把線圈同方向纏繞 20 圈，所以產生同方向 20 倍的磁力，這樣就足以和磁鐵互相排斥和吸引了。



◎電磁感應效應

1831 年，麥克·法拉第開始一連串重大的實驗，並發現了電磁感應，這個重要的發現來自於，當他將兩條獨立的電線環繞在一個大鐵環，固定在椅子上，並在其中一條導線通以電流時，另外一條導線竟也產生電流。他因此進行了另外一項實驗，並發現若移動一塊磁鐵通過導線線圈，則線圈中將有電流產生。

他的展示向世人建立起「磁場的改變產生電場」的觀念。法拉第並依照此定理，發明了早期的發電機，此為現代發電機的始祖。



1839 年他成功了一連串的實驗帶領人類了解電的本質。法拉第使用「靜電」、電池以及「生物生電」已產生靜電相吸、電解、磁力等現象。他由這些實驗，做出與當時主流想法相悖的結論，即雖然來源不同，產生出的電都是一樣的，另外若改變大小及密度（電壓及電荷），則可產生不同的現象。

法拉第的實驗：右邊的液體電池接上小線圈後，移動小線圈會使大線圈磁場產生變化，產生電流通電，讓左邊的電燈發亮。

課程名稱		儲存電能的方式		
課程主軸		蓄電方式		
教學建議時間		90 分鐘	適用年齡	9-11 歲
教學目標		1. 提升學童對自然科學的學習動機、觀察力與探究能力。 2. 引導學童享受學習主動探究自然科學的樂趣。 3. 鼓勵學童積極嘗試、參與活動與發表自我想法。		
課程理念		作為原始形式的電容器，萊頓瓶曾被用來作為電學實驗的供電來源，也是電學研究的重大基礎。讓學童認識萊頓瓶的發明，體驗對電的本質和特性進行研究的開始。		
教學流程				
活動流程	教學內容		時間	備註
準備活動	《經驗引導》 小朋友有玩過遙控車或是使用遙控器轉電視嗎？那麼覺得遙控器最怕發生什麼事情呢？		5 分鐘	
	《基礎認知》 有許多科學家，都曾經嘗試過將電力儲存起來，由於早期對電的不了解，讓其中的方法千奇百怪，萊頓瓶的使用便是最能作為代表的對象。		5 分鐘	
發展活動	《知識補充站》 ◎靜電 透過特定物體的摩擦，將使物體帶電，讓我們嘗試摩擦水管，看什麼方法可以讓他產生靜電吧！		15 分鐘	
	◎第一個電容器 在西元 1745 年時，電被視為一種十分新穎的東西，克萊斯特主教想到了個不錯的方法來儲存靜電！		15 分鐘	
	《科學動手做》 ◎萊頓蓄電瓶 是一種用以儲存靜電的裝置，也是電學研究的重大基礎。		40 分鐘	
	◎萊頓瓶體驗 利用摩擦水管來產生靜電，收集於萊頓瓶之後，一起來體驗一下。		10 分鐘	
綜合活動	《課程總結》 讓我們認識早期對電流研究的勇敢科學家故事吧！		10 分鐘	

《科學實驗安全守則》

- 一、實驗開始前，須詳細閱讀實驗操作步驟並確實遵守本實驗安全守則。
- 二、實驗開始前，須仔細檢查並核對實驗器材是否完整無誤。
- 三、教室中，不可嬉鬧、喧嘩、飲食、奔跑及任何可能危及安全的行為。
- 四、實驗桌上不可放置與實驗無關之器材與個人物品。
- 五、實驗過程中只可操作教師指定或允許之實驗，不得隨意操作或修改未經許可之實驗。
- 六、實驗過程中必須經常保持器材與桌面之整潔，並避免實驗藥品之濺灑，若發生時須立即通報老師處理，待處理完畢方可繼續進行實驗。
- 七、使用化學藥品時，需先看清標籤與注意事項，絕不可以用口、鼻去嚐、嗅化學藥品以免造成身體不適。
- 八、如有發生任何意外（如：藥劑打翻、刀傷、滑倒等…），應立即報告老師並停止操作實驗。
- 九、實驗完畢，須將操作器材與工具洗淨放回指定位置，並將環境打掃乾淨。
- 十、小心注意老師講解實驗中的注意事項與安全守則，不可輕忽大意。
- 十一、所有守則皆為了實驗安全和人員健康所訂定，視課程情況老師亦可增加更多的安全規定與要求。

《教學流程》

教學流程

《經驗引導》

老師：小朋友有玩過遙控車或是使用遙控器轉電視嗎？

同學：（自由發揮）

老師：那麼覺得遙控器最怕發生什麼事情呢？

同學：（自由發揮）

《基礎認知》

電池是許多電子產品不可或缺的重要能量來源之一，自從鉀離子電池被廣泛運用之後，行動是電子產品便被大量普及，現在的電池已化學電池為主流，是通過氧化還原反應，把正極、負極活性物質的化學能，轉化為電能的一類裝置。

經過長期的研究、發展，化學電池迎來了品種繁多，應用廣泛的局面。大到一座建築方能容納得下的巨大裝置，小到以毫米計的類型。現代電子技術的發展，對化學電池提出了很高的要求。每一次化學電池技術的突破，都帶來了電子設備革命性的發展。世界上很多電化學科學家，把興趣集中在做為電動汽車動力的化學電池領域。



《知識補給站》

◎靜電

實驗器材：

4. 水管 1 根

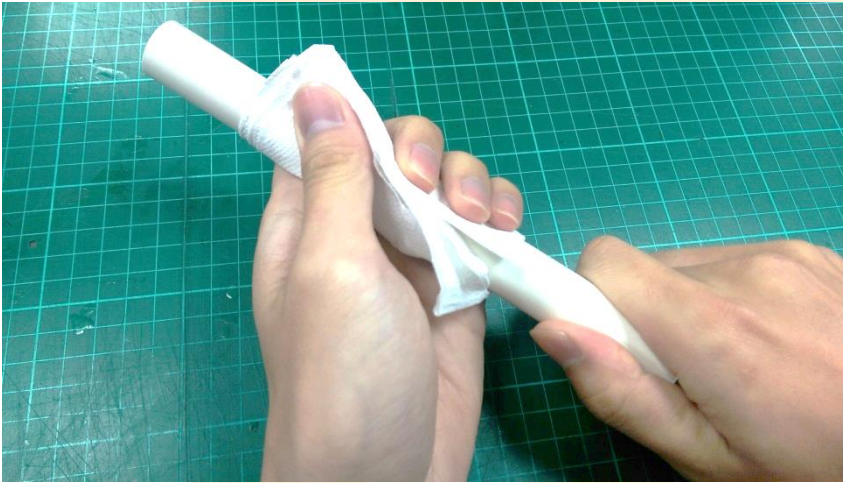
準備

衛生紙(或是廚房紙巾)

實驗步驟：

步驟一：將衛生紙包住水管並反覆摩擦。

步驟二：把摩擦過的水管貼近自己的臉，體驗看看有什麼特別的感覺。



原理解釋：

靜電十分容易被製造，用毛皮摩擦琥珀、絲綢摩擦玻璃棒等方法均能使物體帶電。物體帶電後，電荷會保持在物體上，除非被其他物體移走，所以稱之為「靜電」。靜電與電流不同，後者是電荷在導體中的定向移動產生的電學現象。帶電物體往往具有吸引輕小物體（比如紙屑）的性質。



◎第一個電容器

在西元 1745 年時，電被視為一種十分新穎的東西，當時的人們對其了解甚少，就連在科學中也算是相當前衛的概念。克拉斯特當時正在著手研究如何儲存大量的電荷，他覺得使用玻璃來儲存電量是是一種值得去嘗試的方法，因為玻璃是不導電的，因此可以將電荷束於其中。在他做這項研究的時候，他將插著鐵釘的玻璃瓶接到靜電產生器，偶然的發現如此可以短暫的儲存電荷並且之後可以再將其傳輸出去。這個過程便被記錄了下來，成為了第一個有記錄的電容瓶。之後他對此作了改進，他將一個玻璃瓶內外層皆鍍上銀(Ag)，於玻璃瓶內設置了一根金屬桿，金屬桿的兩端分別和內層所鍍的銀、以及在瓶子外部的金屬球連結著，這樣大大提高了其工作的效率。(相關克拉斯特主教請上維基百科認識)

《科學動手做》

◎萊頓蓄電瓶製作

實驗器材：

- ① 塑膠杯x2個
- ② 鋁箔紙x2
- ③ 塑膠水管x1根
- ④ 紅色電線x1條



需自備的材料



實驗步驟：

步驟一：先取出一片鋁箔紙剪下寬約2公分的長方條，放於旁邊備用。

步驟二：將兩片大鋁箔紙分別包覆在兩個塑膠杯外圈，並小心壓整齊。



(可用膠帶輔助)

步驟三：把兩個杯子重疊在一起，在兩個杯子中間放上小鋁箔長方條，再稍微壓緊。



◎萊頓瓶體驗

準備

萊頓蓄電瓶

實驗步驟：

步驟一：將衛生紙包住水管並反覆摩擦約20次，再將摩擦後的水管碰觸小鋁箔長方條。

步驟二：重複上述步驟2~3次，萊頓瓶便有了一定的蓄電量。



步驟三：將紅色電線一端，先碰觸萊頓瓶外杯，另一端靠近杯緣長條鋁箔。

步驟四：仔細觀察當電線接觸小鋁箔長方條會發生什麼變化？

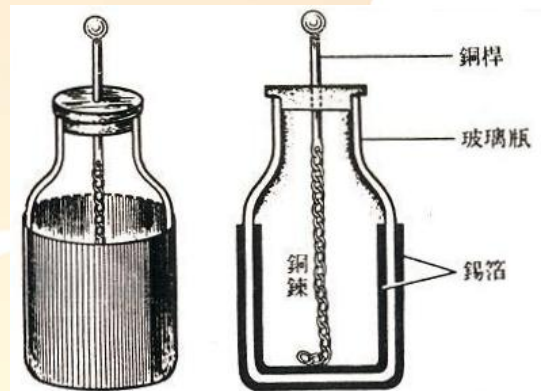
原理解釋：

萊頓瓶

萊頓瓶是一款能儲存靜電力的裝置，將摩擦水管後靜電儲存在內杯當中，再藉由接觸來釋放，因此只要接觸外杯便會將儲存的電力釋放出來，當中的電弧與聲響便是尖端放電的結果，而人也是導體，如果用手指去碰觸也會有相同的效果喔！

最早克拉斯特所研究出來的電容瓶並不是非常的有名，因為作為一項新的研究成果，其技術還不夠成熟。所以當時額電容瓶還未能投入到實際的應用中去改善人們的生活。

直到 1746 年，一位來自荷蘭的物理學家彼得·范·穆森布羅克，當他在萊頓大學任教時製作出了一個和克拉斯特的電容瓶構造及原理十分相似的電容器，只是形狀於電容瓶不太一樣。他所製作出來的電容器相比於克拉斯所製作的電容瓶更加容易攜帶，或是於其他的機械組裝，並且能應不同的狀況去調整，適應不同的環境。之後電容器才被廣為流傳，而萊頓瓶的名稱也因此而來。



在萊頓瓶被研究出的時候，人們普遍都認為他的電荷是儲存在瓶子中的水裡，而不是在瓶身的玻璃上，直到美國的班傑明·富蘭克林證明了其電荷確實是儲存在玻璃上的，而當時班傑明·富蘭克林所做的一項廣為人知的實驗：在大雷雨中放風箏，為了證明「雷電」是電力所造成的，當時他便是將雷引導到萊頓瓶當中。



《課程總結》

西元 1746 年時，一位法國神父，他對電學十分的有興趣，他在當時想要知道電流到底有多快，因此他請了兩百位修道士，然後給每個修道士手上拿著一條金屬條，並將其連接在一起，形成了總長將近一英哩(大約為 1.6 公里)的大圓圈，也就形同了一個很大的迴路，之後他手拿了一個特大號的萊頓瓶，並且將特大號的萊頓瓶的兩端連接至迴路中，結果這 200 位參與實驗的修道士幾乎在同時因為被電到而跳了起來。

後來克拉斯特想再次做此實驗，卻沒有修道士願意幫他了，他只好求助於當時的法皇路易十五，然後命令一百八十名士兵在凡爾賽宮前和先前修道士一般當做實驗品。

課程名稱		認識發電機		
課程主軸		發電方法		
教學建議時間		90 分鐘	適用年齡	9-11 歲
教學目標		1. 提升學童對自然科學的學習動機、觀察力與探究能力。 2. 引導學童享受學習主動探究自然科學的樂趣。 3. 鼓勵學童積極嘗試、參與活動與發表自我想法。		
課程理念		自從特斯拉先生設計出現代交流電力系統之後，現在我們的社會已經離不開電力了，但是這電力是如何產生的呢？		
教學流程				
活動流程	教學內容		時間	備註
準備活動	《經驗引導》 小朋友家中有什麼東西需要用到電的呢？那他們的電又從哪裡來的呢？		5 分鐘	
	《基礎認知》 現在我們的社會已經離不開電力了，不論白天或是夜晚，都有大量的電子元件設備在運轉著，那麼這些電力是從何而來的呢？		5 分鐘	
發展活動	《知識補充站》 ◎發電的原理 電力的產生其實來自於一連串的意外，讓我們認識伽伐尼醫生與奧斯特教授的意外發現。		15 分鐘	自備
	◎尼古拉·特斯拉(1856~1943) 並聯與串連是最為基本的電路組合，在各式不同的電路當中都能看到，此為直流電的一種，而家中插座應用的交流電，是利用電磁作用的原理，其實是特斯拉的貢獻。		15 分鐘	
	《科學動手做》 ◎手搖式發電機 DIY 按照步驟組裝出手搖式發電機，要小心他的電量可是很驚人的喔！		40 分鐘	自備
	◎發電機充電 利用手搖發電機的轉動，來幫助超級電容充電。		10 分鐘	
綜合活動	《課程總結》 總結課程內容，並了解現代電力來源是應用法拉第發現的電磁感應。		10 分鐘	



《教學流程》

教學流程

《經驗引導》

老師：小朋友家中有什麼東西需要用到電的呢？

同學：(自由發揮)

老師：那它們的電又從哪裡來的呢？

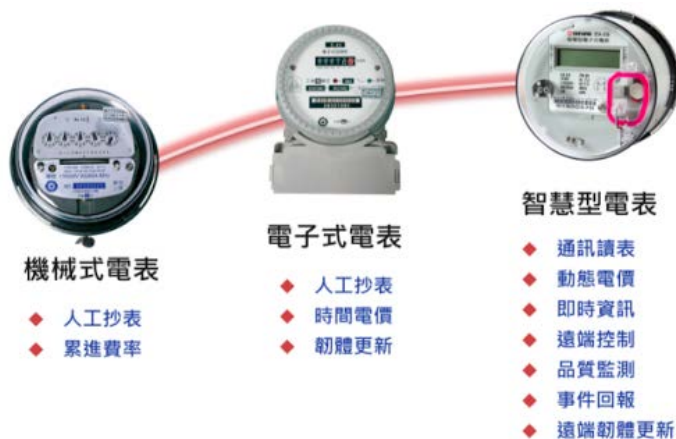
同學：(自由發揮)

《基礎認知》

電能 (Electric energy)，是指將「電」以各種形式產生能量的能力。電能被廣泛應用在動力、照明、冶金、化學、紡織、通信、廣播等各個領域，是科學技術發展、國民經濟飛躍的主要動力。

電能的單位是「焦耳」，簡稱「焦」，以拉丁文字母 J 表示。電能等於有功功率對時間的積分，但由於焦耳這個單位很小，在生活和生產中使用不方便，所以人們又使用一個比焦耳大的能量單位「千瓦時」(俗稱「度」)

為了計算出家家戶戶分別的用電量，因此通常會在住家大樓裝設「電度錶」，最常用的是千瓦小時電度錶，又稱為「瓦時計」。在零售電力的應用，供電商利用這些電度錶發出電費賬單。電度錶亦可以記錄使用電力時的其他資訊，例如時間。



《知識補給站》

◎發電的原理

路易吉·伽伐尼大約在 1780 年，他將一條被解剖了的青蛙的蛙腿穿過鐵絲懸掛在銅鉤上，發現蛙腿的肌肉有痙攣性抽搐，但是他認為電流源自腿部神經，並把這個電流稱為「動物電流」。

帕維亞大學的實驗物理學教授亞歷山德羅·伏打重複並檢驗了伽伐尼的實驗，他是最早這樣做的科學家之一。起初他接受動物電理論，然而後來他開始產生懷疑。伏打認為，動物電是摩擦青蛙皮導致的一種物理現象，而不是「金屬電」。

因而，為了二人之間關於電力的源頭與成因的爭論，伏打建造了第一個原電池，用以證明他的對手的理論錯誤。伏打製造的這個「堆」後來被稱作伏打電堆。伏打認為，所有原電池都有電動勢；生物電和電化電池產生的電流的化學基礎相同，因而「動物電現象」可在動物體外被複製。伏打的直覺是正確的。

在 40 年後的 1820 年時，**漢斯·奧斯特**先生在授課時意外的發現了電流與磁場的關係，在當時可謂是轟動全歐洲，每一位物理學家都聚焦在這項發現，當時有幾位科學家嘗試著要做出與伏打堆不同的發電系統，但卻徒勞無功。

◎尼古拉·特斯拉(1856~1943)

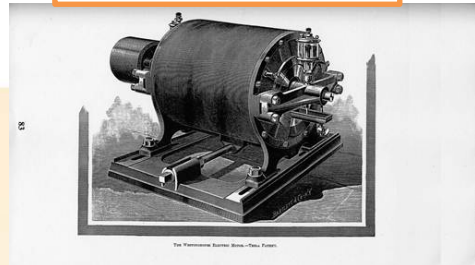


特斯拉



愛迪生

西屋公司根據**特斯拉專利**
所生產的交流電發電機



圖片來源：維基百科 https://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla

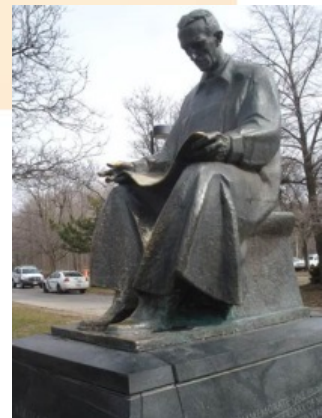
在開始發展電力系統時，有兩種技術主張相爭不下，一派是以愛迪生為代表的直流電派，另一個是利用**特斯拉發明的交流電**，以西屋公司為代表的派系。直流電(Direct Current, DC)，顧名思義就是系統中的電流一直往同一個方向流動；而交流電(Alternating Current, AC)的電流則以某個頻率反覆改變流動方向。

本堂課的電池應用是屬於直流電，而交流電在電力傳輸上有很大的優勢。交流電供電系統中，發電廠輸出幾千伏特的高壓電，到達用戶端前，利用變壓器將電壓降至安全可用的範圍。傳輸相同的電量下，電壓越高需要的電線越細；在同樣的傳輸電線與相同的電壓損耗下，電壓越高可傳送的距離越遠。

此外，在愛迪生的直流供電系統中，不同電壓需求的用戶需要有不同的輸電網，因此設置輸電線路的成本增加許多。而交流電系統沒有這種限制，以高壓電傳輸到達用戶前，用戶可根據需要，將電壓降至適當的範圍，不管是交通設施，工業用的大型機具，或是家用的小型電子元件，都可以連接到同一個電力來源，至今家裡使用的電插座也都是提供交流電。

尼加拉瀑布水力發電廠

尼加拉瀑布電力公司決定採用西屋公司交流電系統，利用瀑布水位的落差產生電力，供給水牛城及附近鄉鎮的電力所需。三年之後，水力發電廠建造完成順利運作，這是世界上第一座大型水力發電廠。1976 年南斯拉夫(特斯拉的祖國)送給紐約州一個特斯拉的雕像，這個雕像至今仍然豎立在尼加拉瀑布旁，紀念這位偉大工程師。



《科學動手做》

◎手搖式發電機 DIY

配件表

需自備工具
螺絲起子
凡士林
保麗龍膠



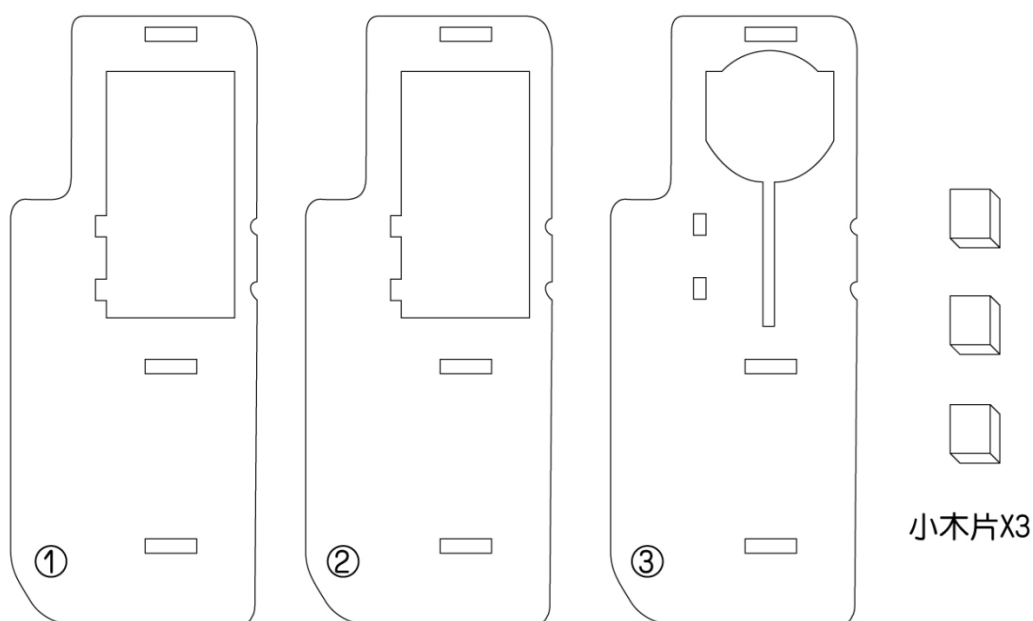
名稱	發電機主體1	發電機主體2	把手	馬達	齒輪(粉)	齒輪(白)	小齒輪
編號	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
圖片							
數量	1	1	1	1	1	2	1

名稱	機芯	圓盤螺絲	小螺絲	中螺絲	大螺絲	束帶	打磨棒
編號	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14
圖片							
數量	1	1	2	2	2	2	1

零件表

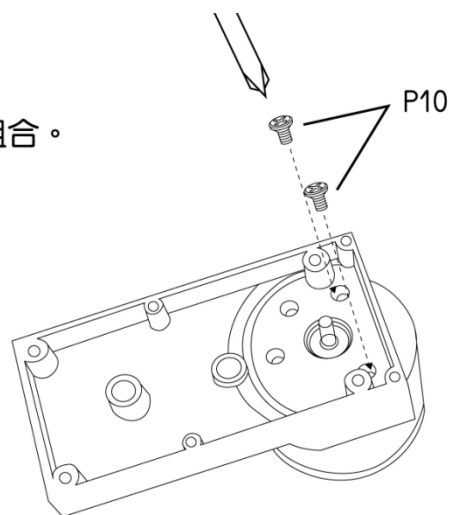
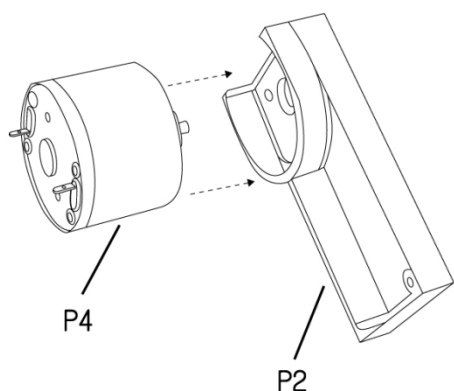
※可將對照號碼，直接寫在板上，方便操作。

並依提示順序組合。
先對照圖示上的零組件提示，



組裝說明

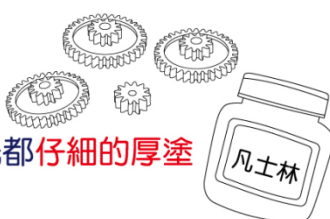
1. 先對照圖示上的零組件提示，並依提示順序組合。



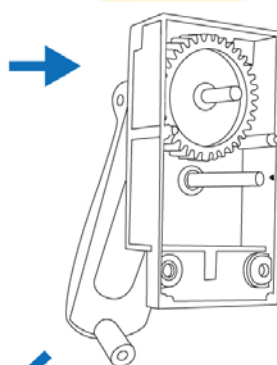
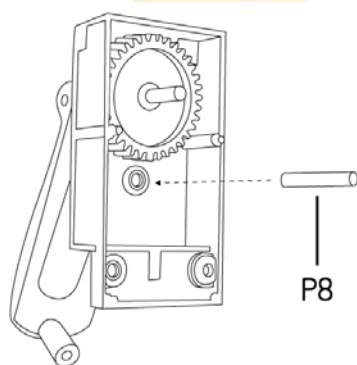
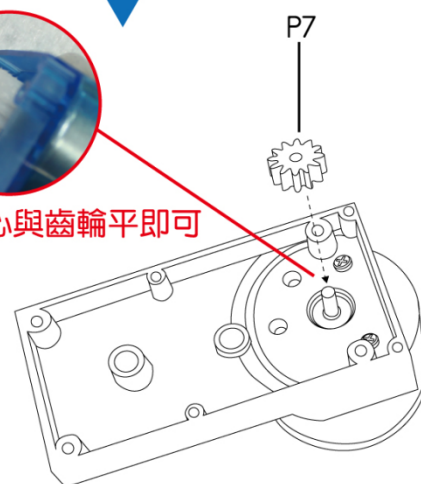
【溫馨小提示】

可先將所有齒輪先都仔細的厚塗
凡士林備用。

一定要塗凡士林，避免之後轉動齒輪的時候，
齒輪容易受損缺角。



馬達軸心與齒輪平即可



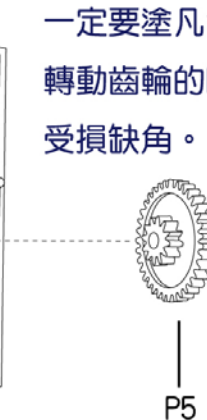
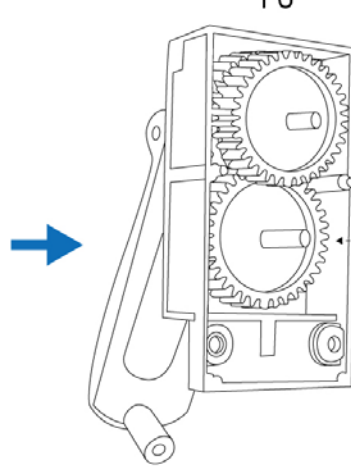
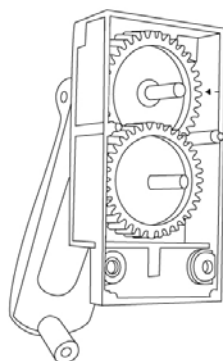
2. 先對照圖示上的零組件提示，
並依提示順序組合。



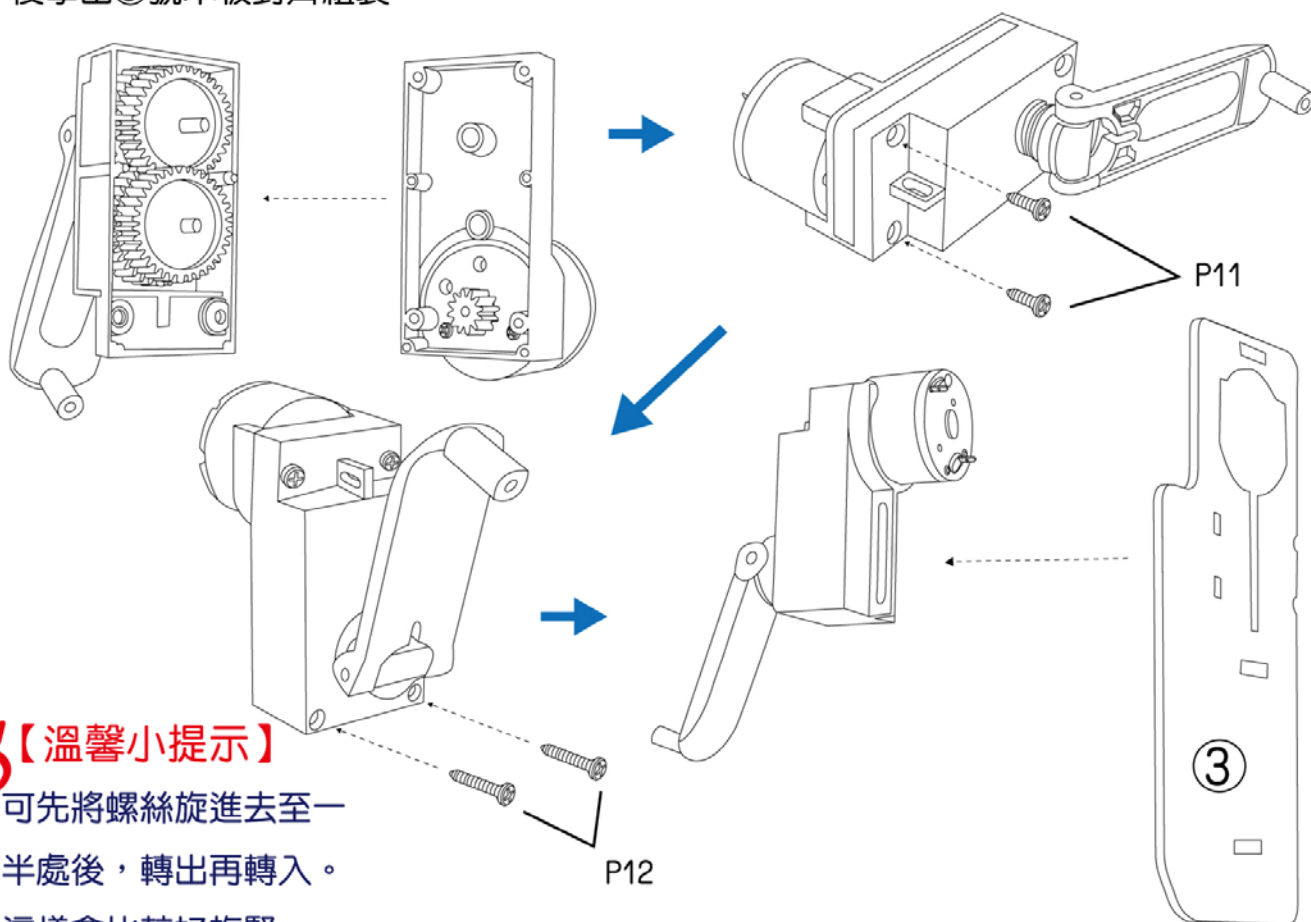
【溫馨小提示】

將所有齒輪先都仔細的
厚塗凡士林備用。

一定要塗凡士林，避免之後
轉動齒輪的時候，齒輪容易
受損缺角。



3. 將步驟1和步驟2所做的配件組合起來，把相對應的大小螺絲用螺絲起子旋緊，最後拿出③號木板對齊組裝。



【溫馨小提示】

可先將螺絲旋進去至一半處後，轉出再轉入。
這樣會比較好旋緊。

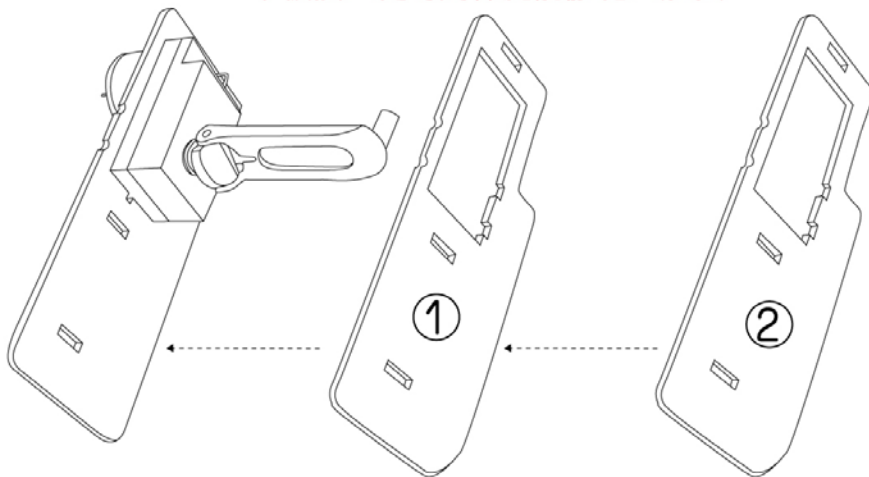
4. 先對照圖示上的木片，
並依提示順序組合。

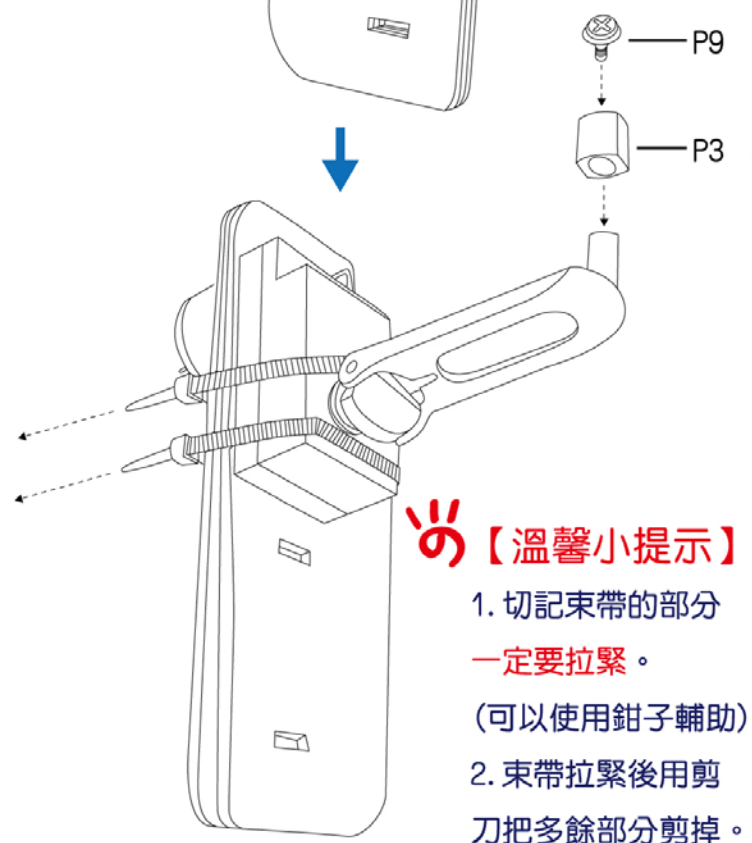
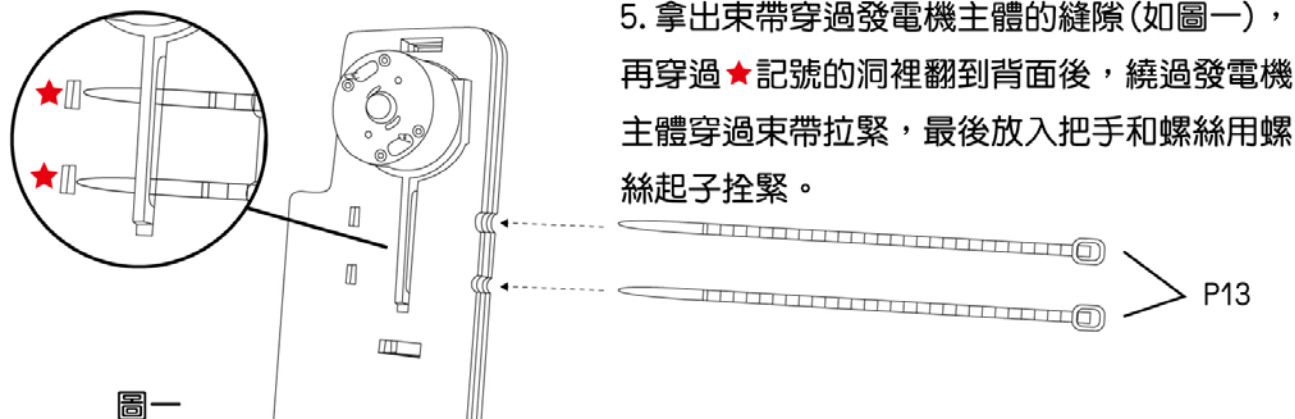
木板接合處可用保麗龍膠黏合加強



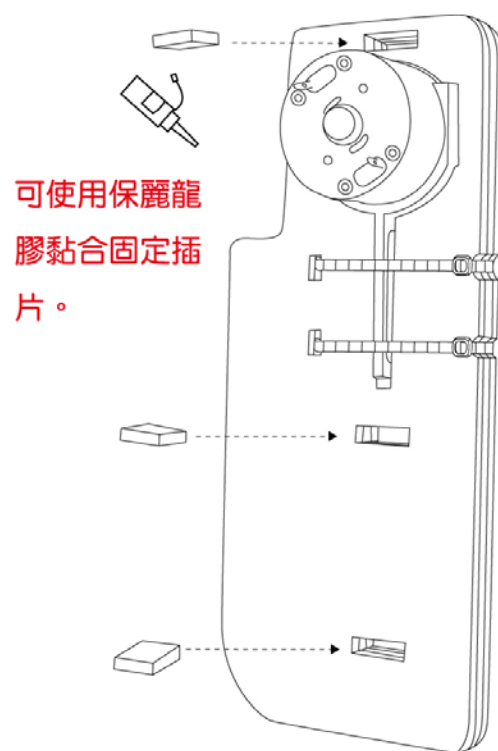
【溫馨小提示】

1. 組裝時可接合處上膠加強固定以防止零件鬆落。
2. 在組裝卡榫部分時可使用P14(打磨棒)將卡榫磨合可更容易接合。





6. 先對照圖示上的小木片，並依提示順序組合。



◎發電機充電

準備

手搖式發電機

超級電容(共用器材)

蜂鳴器(共用器材)

實驗步驟：

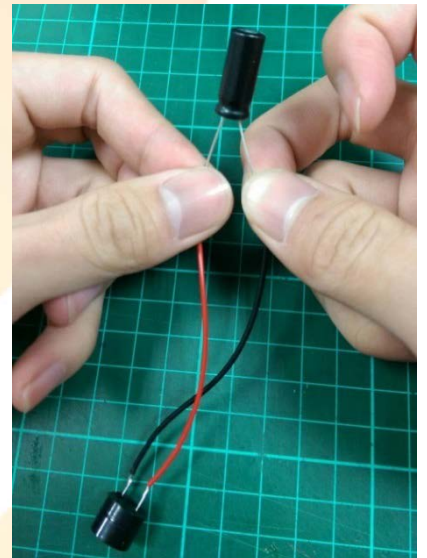
步驟一：將超級電容插入馬達背面鐵片上的兩個小洞，長腳對應紅點。

(不需要插得太深，微微固定即可)

步驟二：順時鐘方向轉動發電機，約 20 圈。

步驟三：將超級電容拔下，長腳按住蜂鳴器紅色電線，短腳按住蜂鳴器黑色電線，仔細凝聽。

轉發電機 100 圈即可將超級電容蓄滿電力！



原理介紹

超級電容跟充電電池不同，無法長時間續電，因此充電完要立即使用，不然電容的蓄電量便會隨著時間慢慢消退，因此每次使用都需要幫助超級電容充電，但超級電容的蓄電能力比萊頓瓶還要來的強上許多，所以可以一次儲存大量的電力在其中。

注意事項：當你放手時發電機自動逆轉，表示其已經在放電，建議可以趕快取下。

《課程總結》

◎現代電力的來源，皆是運用法拉第先生當初發現的電磁感應效應而產生電力的，發電機與電動機基本原理相反。發電機是利用各種動力（如水力、風力）使線圈在磁鐵的兩極間轉動；當線圈轉動時，線圈內的磁場改變，因此產生感應電流，將動力所作的功轉換成電能。這樣的發電方式讓電力的以大量產出，雖然如此但電力對於社會大眾來說，還是屬於較為昂貴的能源，這時有一位科學家設計出了全新的電流系統，規劃出了現代社會的電力藍圖，這位科學家便是尼古拉·特斯拉。

課程名稱		特斯拉賽車			
課程主軸		電容科技			
教學建議時間		90 分鐘	適用年齡	9-11 歲	
教學目標		1. 提升學童對自然科學的學習動機、觀察力與探究能力。 2. 引導學童享受學習主動探究自然科學的樂趣。 3. 鼓勵學童積極嘗試、參與活動與發表自我想法。			
課程理念		如今電動車的科技越來越發達，儼然成為未來的趨勢了，讓我們利用手搖發電，將電力聚集於超級電容後，使跑車奔跑起來。			
教學流程					
活動流程		教學內容		時間	備註
準備活動	《經驗引導》 電池與電容都是儲存能量的裝置，但是它們有何不同呢？			5 分鐘	
	《基礎認知》 基本上來說，電池所產生的電力源自化學變化，但電容式不一樣的物理變化，但也正因為這樣，電容具有穩定電壓的功效，常常裝置於電路當中做為緩衝，以減免電子元件的損傷。			5 分鐘	
發展活動	《知識補充站》 ◎ 特斯拉的夢想 在環保意識抬頭的現在，電動車已漸漸成為趨勢，讓我們認識什麼是電動車吧！			10 分鐘	自備
	《科學動手做》 ◎ 製作特斯拉電動車 首先按照步驟將電動車組裝完成			40 分鐘	
	◎ 為電能車充電 運用先前製作的手搖式發電機，來為超級電容充電。			15 分鐘	自備
綜合活動		《課程總結》 電動車真的不會產生出碳排放嗎？還是偷偷排放在我們看不到的地方了呢？		10 分鐘	



《教學流程》

教學流程

《經驗引導》

老師：小朋友有看過電池，那你們知道電容是什麼嗎？

同學：（自由發揮）

老師：電池與電容都是儲存能量的裝置，但是它們有何不同呢？

同學：（自由發揮）

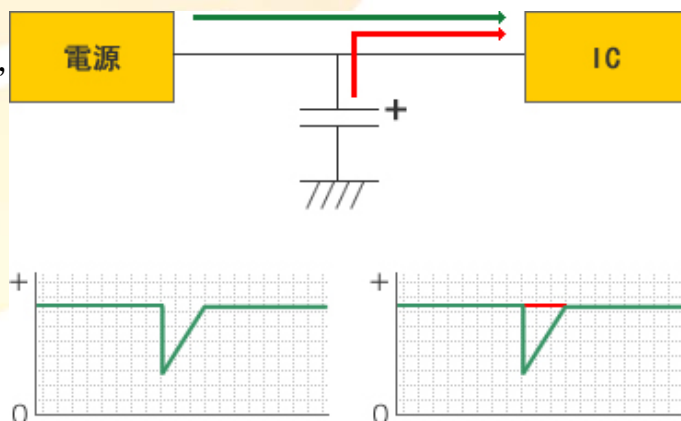
《基礎認知》

電池是透過化學變化來產生電力，而電容則是透過物理變化來儲存電力，再將其釋放。

電容大致上有下列 3 種用途。

1. 可作為備用電源

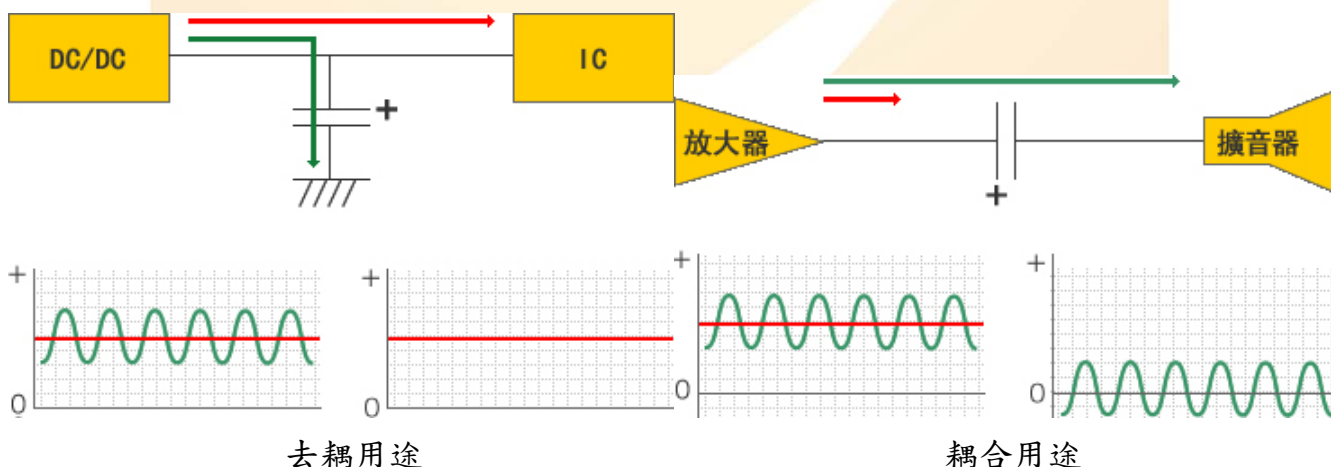
電源瞬間斷電時或是驅動的速度急遽上升，電載電流增加時，可能都會導致錯誤的動作。而為了避免發生此狀況，電容在電源線正常時所儲存的電力將供應給，即可暫時維持住電源的線電壓。



2. 去耦用途(降低噪音)

指為了能夠供應穩定的直流電壓，而利用重疊在電源線上的外部元件，來去除電磁誘導產生的噪音或是驅動高速迴路所產生的高頻噪音。

常用於一般電源迴路上。



3. 耦合用途

去除前半段電路的直流偏移電壓，只將交流訊號電壓傳送至後半段電路。一般會用在音響電路上。

另外，電池和電容還有許多地方不同。

1. 電池工作時能提供較穩定的工作電壓，而鋰離子電池的開路電壓值較其他電池高。電容器兩端電壓會受到電容兩端電荷量的影響。

2. 電池的充電的時間較長受限於電化學反應的時間，電容器的充放電時間則相對較短可由其時間常數來決定。

3. 電容的單位是 pF, nF, MF, mF 等等，超級電容器的電容值甚至可達到數 F。電容值為幾何參數值，與電容器的幾何構造和介電質的電容常數有關。電容值越大代表其蓄電量越大。使用超級電容器取代一般的充電電池應用在電動汽車等交通載具上，正是目前非常熱門的研究話題。但是超級電容器與一般電容器不太相同，因為超級電容仍然牽涉到電化學的反應。



雙電層電容器 (EDLC) 有時也稱為電雙層電容器，或超級電容器，是擁有高能量密度的電化學電容器，比傳統的電解電容容量高上數百倍至千倍不等。

雙電層電容器主要用於能源儲存，而非通用電路元件，特別適用於精密能源控制和瞬間負載設備。EDLC 也有作為能量儲存和 KERS 設備在車輛使用，另外亦有用於其他小型系統，例如需要快速充／放電的家用太陽能系統。

《知識補給站》

◎ 特斯拉 (Tesla) 的夢想

1943 年 1 月 7 日，特斯拉在窮困潦倒中去世。去世之後，特斯拉的成就並不太為當時的人所知，但是在 20 世紀 90 年代，他的公眾名望出人意料地上演了王者歸來。在 2005 年，他被電視節目「**最偉大的美國人**」（美國在線和探索頻道共同開展）列為前 100 名，這張名單是由公眾投票產生。

在現代社會中處處可見特斯拉的遺產。撇開他在電磁學和工程上的成就，特斯拉也被認為對機器人、彈道學、資訊科學、核子物理學和理論物理學上等各種領域有貢獻。許多他的成就已伴隨著一些爭議被應用，去支持著許多的非主流科學，如幽浮理論和新世紀神秘理論。特斯拉當代的欽佩者視他為「創造出二十世紀的人」。

國際單位制中的，用來衡量磁感應強度（也作磁通量密度）的單位，是以特斯拉的名字命名，符號 T（由國際度量衡大會在 1960 年確立）。在塞爾維亞首都貝爾格勒有一座國際機場（即貝爾格勒尼古拉·特斯拉機場）以他的名字命名。塞爾維亞紙幣上至今有他的頭像。「電動車」是指以事前已充滿電的蓄電池（大容量電瓶）供電給電動機，由電動機推動的車輛。

在 19 世紀中期，人們使用電動車是為了容易操縱。但隨著使用內燃機的汽車改進，能量



愛迪生和一部 1914 年
底特律電氣的 47 型電動車



補充快捷方便，電動車在 20 世紀初可以說是完全退出市場。二十一世紀因為環保議題與石油危機，導致再生能源備受關切，可以充分適合再生能源的電動車愈來愈受到歡迎。

電池的電量由外部電源補充，由於不會在路面排放廢氣，因此不會污染路面的空氣，雖然生產電力的過程中仍有可能製造碳排放，不過整個生命週期碳排放量仍相對較低，因此被視為較環保的交通工具。Elon Musk 成立的 Tesla 是電動車的佼佼者，因其電池技術領先其它廠牌電動車，幾乎成為電動汽車的代名詞，風靡歐美，在台灣也已設有據點。



特斯拉超級工廠計劃，預計在 2017 第二季開始生產電動車 Model 3 電池。目標是達到每年生產容量約 350 億瓦小時 (35GWh)，也就是 3,500 萬度電的鋰電池。



特斯拉電動車

充電器

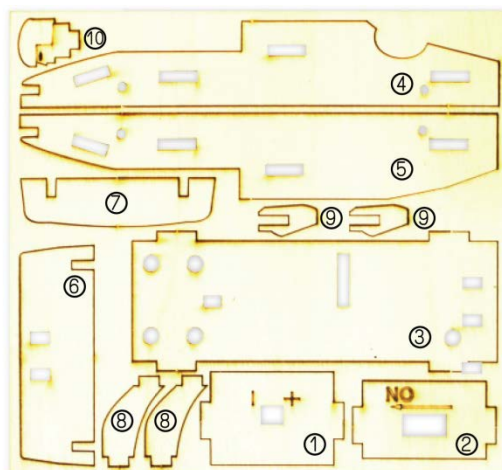


車底電池

《科學動手做》

◎製作 F1 電容車

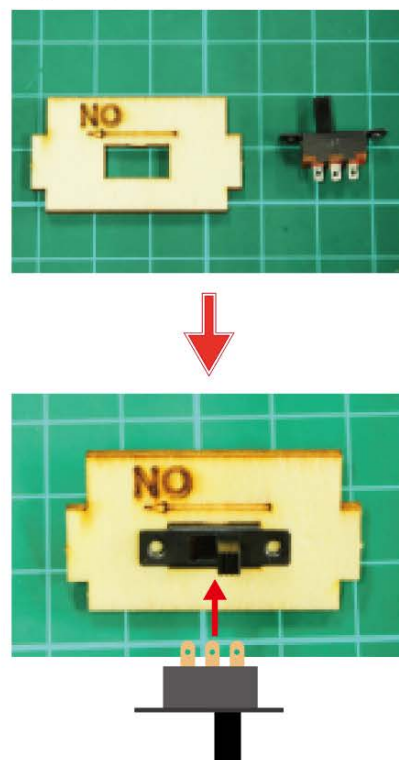
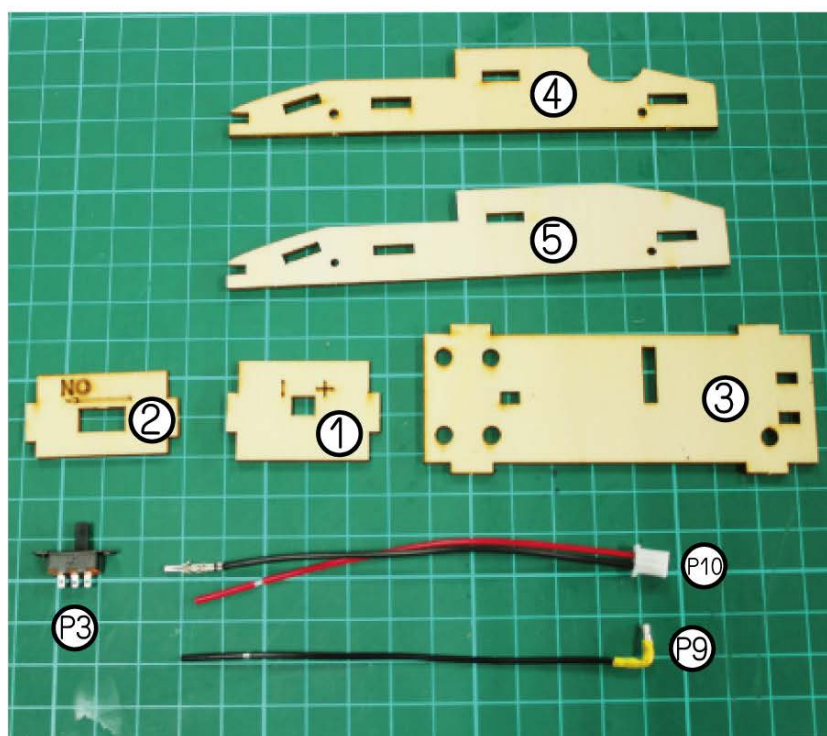
名稱	馬達	泡棉膠帶	開關	大齒輪	小齒輪	電容器	輪胎
編號	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
圖片							
數量	1	1	1	1	1	1	4
名稱	輪軸		電線		電線		
編號	P8		P9		P10		
圖片							
數量	2		1		1		



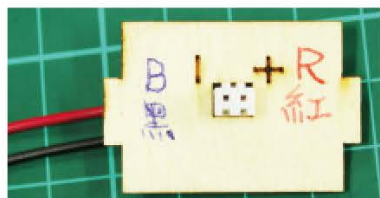
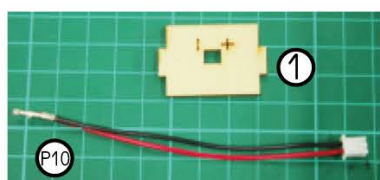
組裝說明

1. 將圖示中的配件先拆下來備用。

2. 將②和③組裝起來如下圖所示。



3. 將①和P10組裝起來如下圖所示。



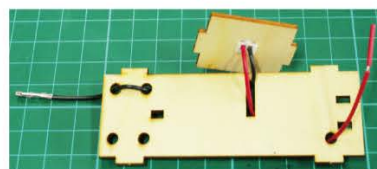
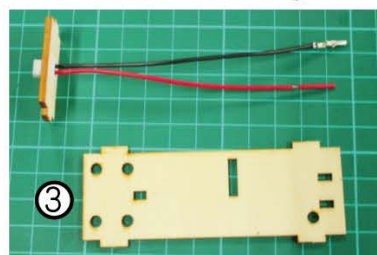
黑色線記得是
靠左邊，紅色
線是靠右邊。



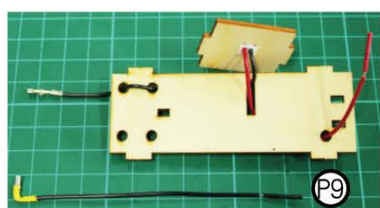
- +

俯視圖

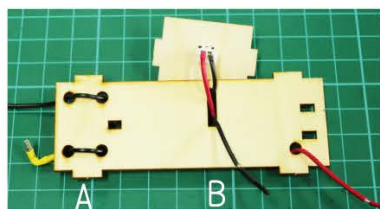
4. 將步驟三做好的成品和③組裝起來。



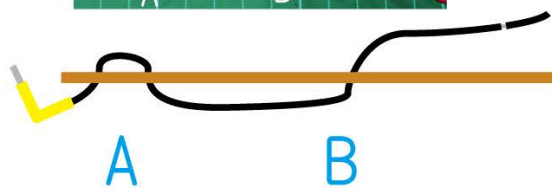
5. 將步驟四做好的成品和P9組裝起來如圖二。先從A處穿入過後B處穿出，再把馬達底部黏泡棉膠帶備用。



圖一



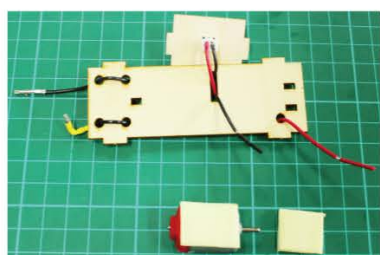
圖二



A

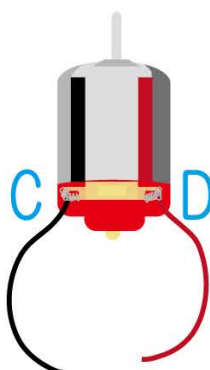
B

側視圖

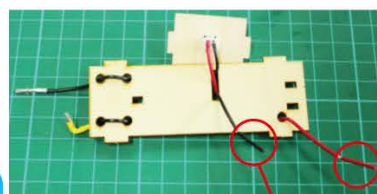


圖三

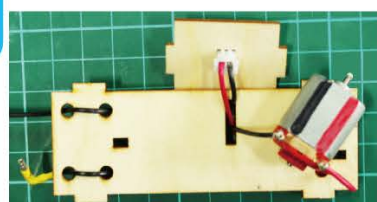
紅線接馬達右側
黑線接馬達左側



6. 把P9的黑線跟P10的紅線如圖四紅框處分別纏繞住馬達的兩側如圖五，纏繞的示意圖如圖六所示，最後在馬達前端裝上小齒輪即可。



圖四



圖五

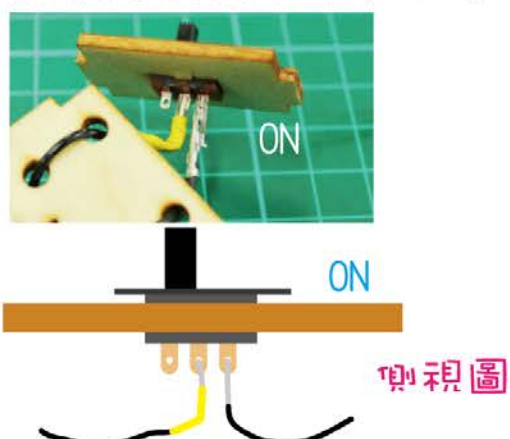


圖六



圖七

7. 把P9的端子頭跟P10的端子頭分別插入撥動開關的中間及右側(如下圖)。

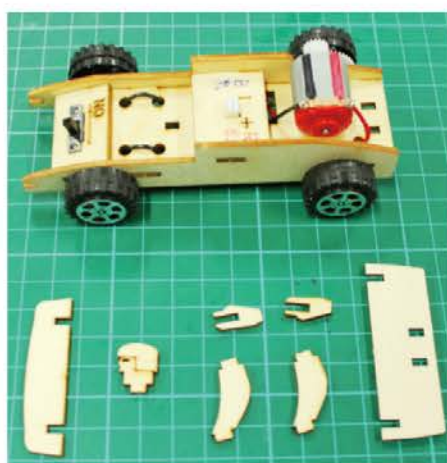


9. 將P7和P8組裝起來如下圖所示，注意後輪處要裝大齒輪如圖八。

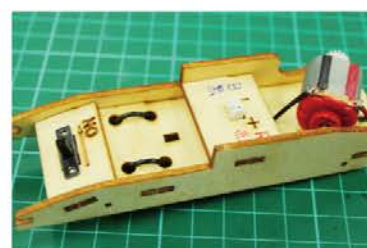
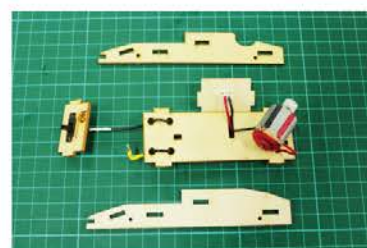


圖八

11. 將步驟八和步驟九做好的成品組裝起來如下圖所示。

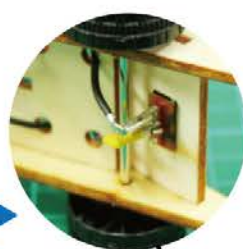


8. 將步驟七做完的成品和④⑤組裝起來如下圖。

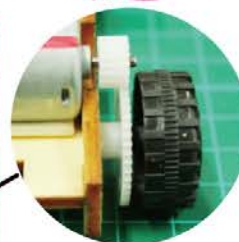


10. 將步驟八和步驟九做好的成品組裝起來如下圖。

側面



底部



齒輪調整位置完成後，取適當雙面膠帶將馬達黏合於底板上。

※電容腳插入端子頭若太緊，可用尖錐適度擴孔，方便組裝！↓



◎為電能車充電

實驗器材：

1. F1 電容車
2. 手搖發電機
3. 超級電容

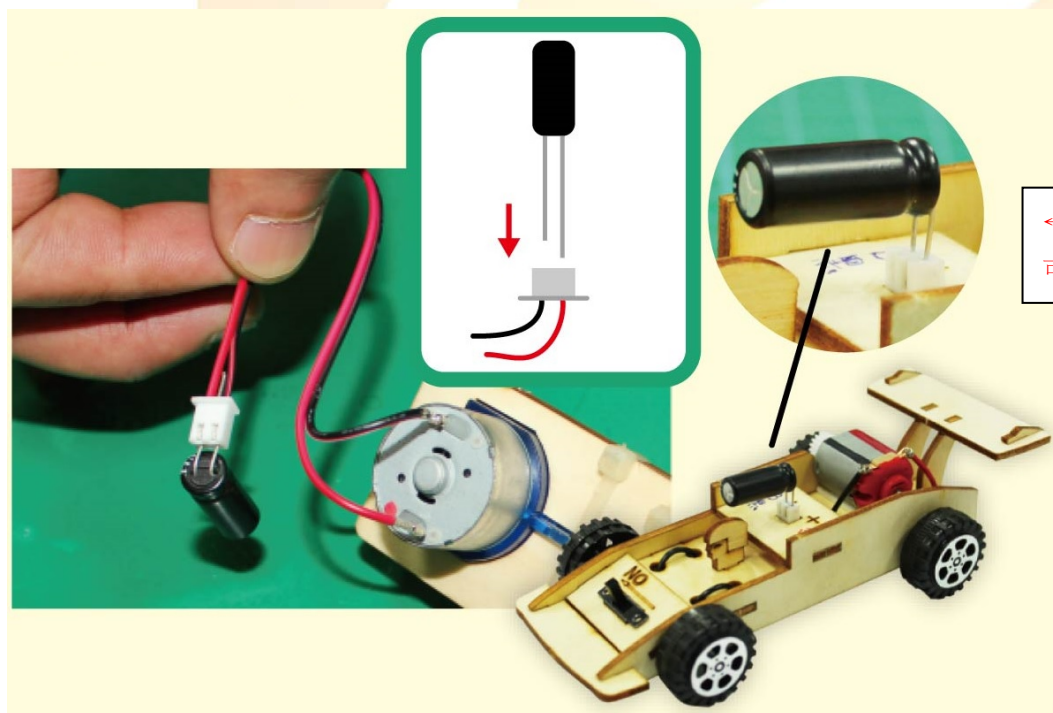
實驗步驟：

步驟一：將超級電容插入馬達背面鐵片上的兩個小洞，長腳對應紅點。

（不需要插得太深，微微固定即可）

步驟二：順時鐘方向轉動發電機，約 20 圈。

步驟三：將超級電容插入 F1 電容車車頂的白色插座。



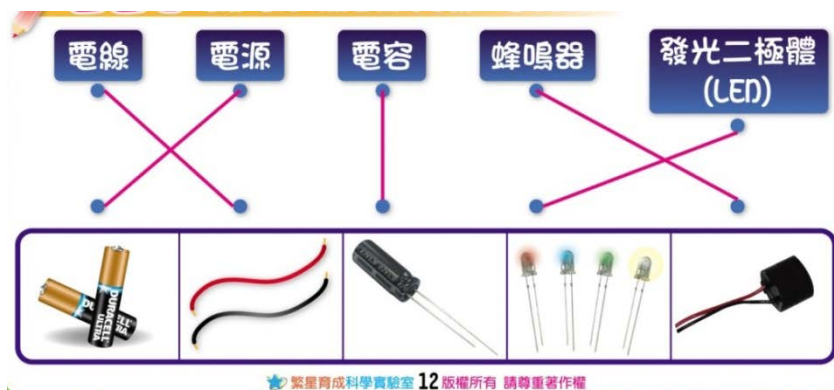
←※電容腳插入端子頭若太緊，
可用尖錐適度擴孔，方便組裝！

《課程總結》

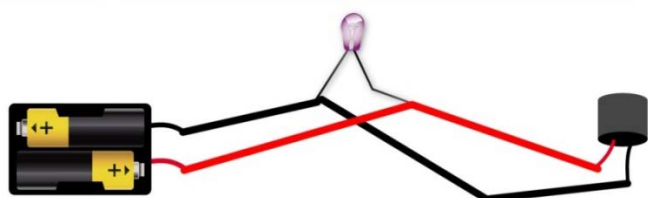
純電動車同樣會產生污染及碳排放，不同的是純電動車把污染及排碳轉移到生產的工廠及發電廠，在這些設施中有較好的污染控制，污染排放位置離人口較遠，行走時的碳排放較低，更何況如果扣除再生能源的發電（風力、太陽能），整體的碳排放就更能降低了。

特斯拉的異能世界~學生手冊題目解答區~

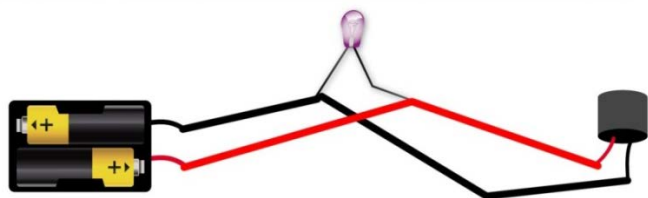
P2 連連看:



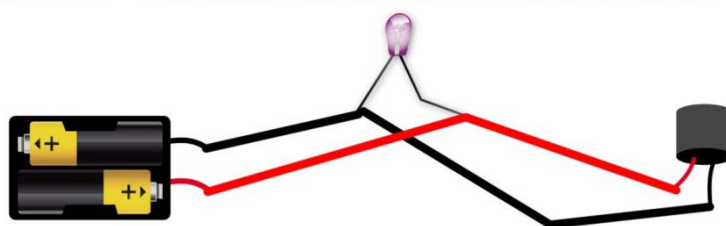
P4



P5



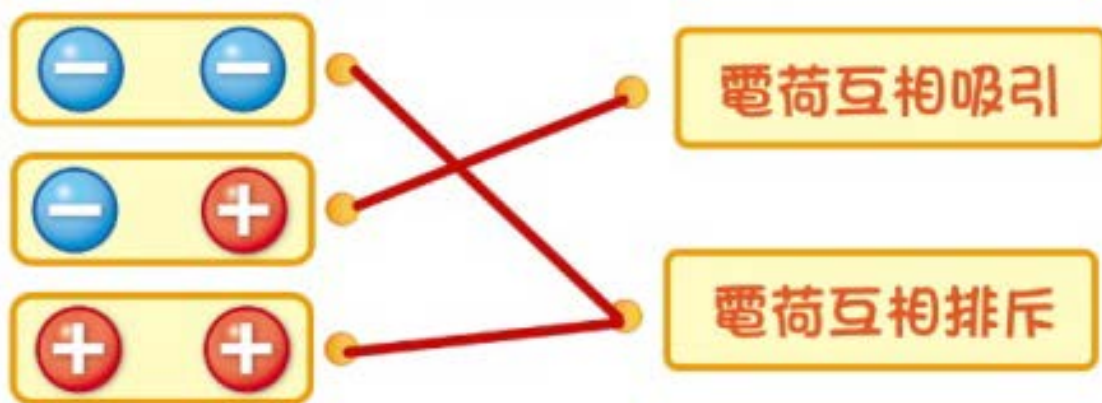
P7 隨堂測驗：



1.(B) 2.(A) 3.

4.(C) 5.(A)

P9



P12 隨堂測驗：1.(B) 2.(A) 3.(D)

P15 表格：

B	D	C	A
馬達	齒輪轉動盒	把手	馬達端子

P16 填充題：●想一想剛剛的電視如何產生的，把順序排出來: A→B→C

P17 隨堂測驗：1.(B) 2.(A) 3.(B、C) 4.(D)

P18





P23 隨堂測驗：

1. (B)

2.

- ☒ 電容可以穩定電流，將雜訊排解。
- ☒ 電容可以蓄電，當電器忽然遇到短暫的斷電時可以提供電讓電器不會容易損壞。
- ☐ 電容可以儲存電力，就像充電電池一樣，充飽了可以放很久再使用。

3. (C)