

日常科技產品
的能源與動力應用、
材料選用與加工處理

—以手搖手電筒為例

九如國中 陳青鴻 老師
鳳山國中 方冠中 老師
前鎮國中 洪郁茹 老師

八年級最期待隔宿露營了

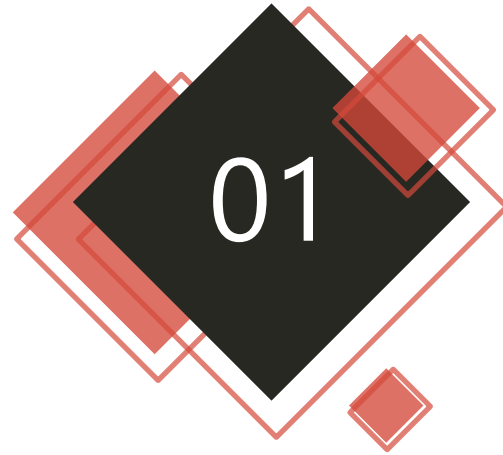
晚上黑漆漆？



晚上手電筒突然沒電
怎麼辦？

可以帶手電筒嗎？

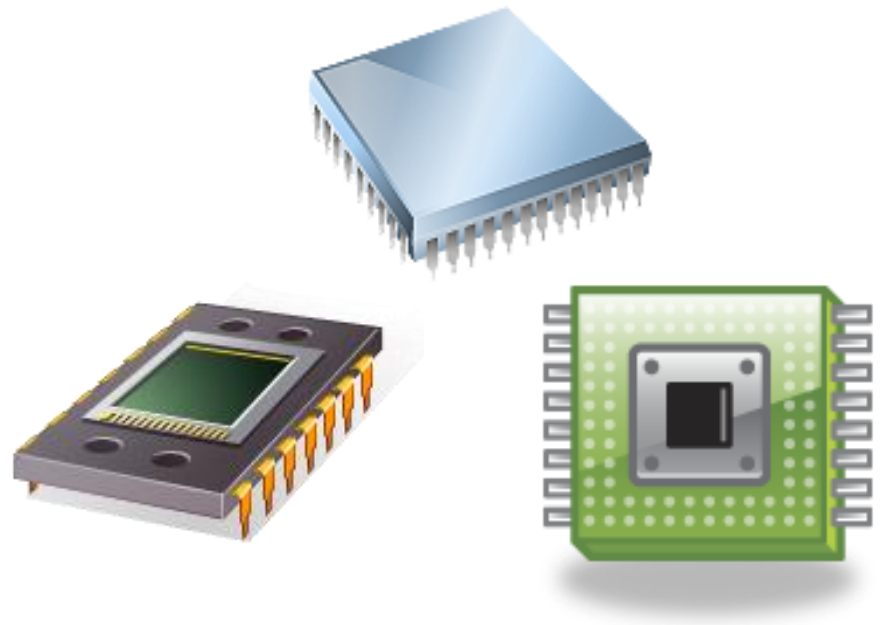
有沒有什麼方法
可以解決這個問題？



基礎課程

電子元件認識

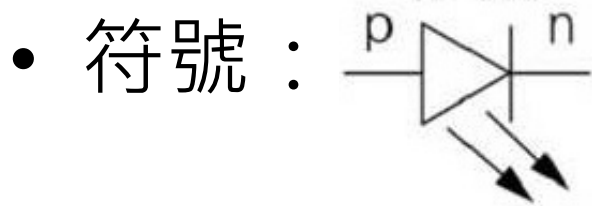
- 發光二極體(LED)
- 二極體
- 麵包板
- 電阻
- 電容



LED (發光二極體)



- 發光二極體 (簡稱LED) ，
具有單向導通的性質。
- 當供給順向偏壓 (長腳接
正電壓，短腳接負電壓) ，
會發光；反之，則不亮。



電子零件探索趣 〈1〉

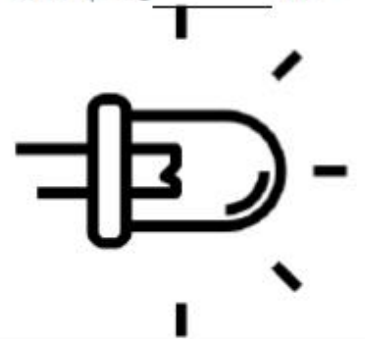
- ◆ 請拿出學習單，以及桌上的電池與LED燈，開始跟著挑戰一學習吧

【挑戰一 LED 燈認識及探索】

探索說明：發光二極體(LED)只能夠往一個方向導通（通電），叫作順向偏壓。請同學們利用電池測試LED燈腳的正負極並記錄下來。

〈Q1〉請問如何接線LED才會亮呢？請將結果畫下來(塗色)：

電池盒黑線是_____極、紅線是_____極；LED燈長腳是_____極、短腳是_____極。



電子零件探索趣 〈2〉

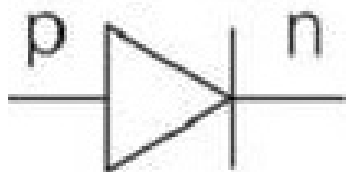
- ◆ 我們知道長腳接正，短腳接負，但如果看不出長短腳時，我們可以怎麼判斷呢？

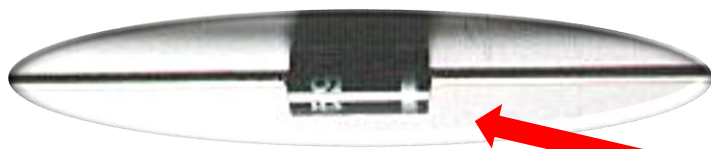
〈Q2〉同學在測試過程中，若 LED 長短腳不易辨別時，可參考燈泡內的神祕三角形來判讀極性，請用電池測試一下，並將結果記錄下來：



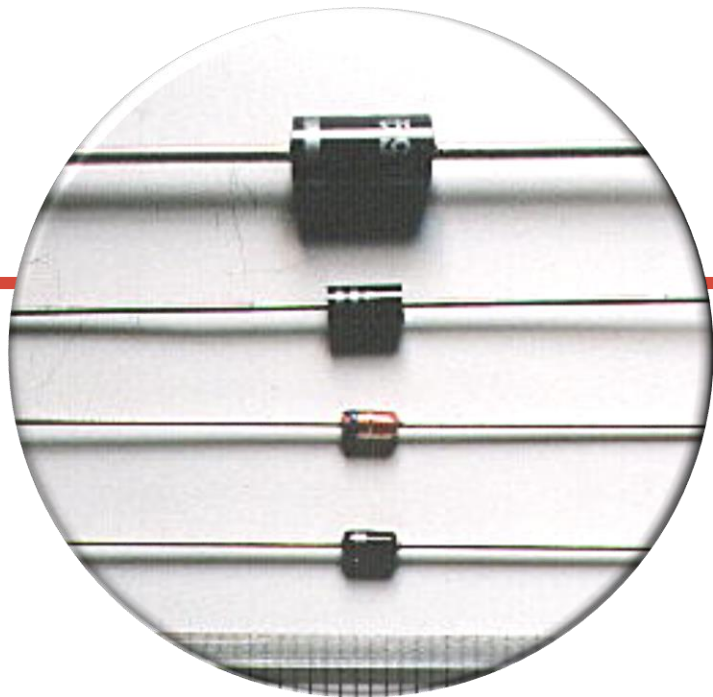
二極體

- 二極體具有單向導通的特性，也就是有整流的作用。
- 其符號的箭頭方向，即為容許電流通過的方向。

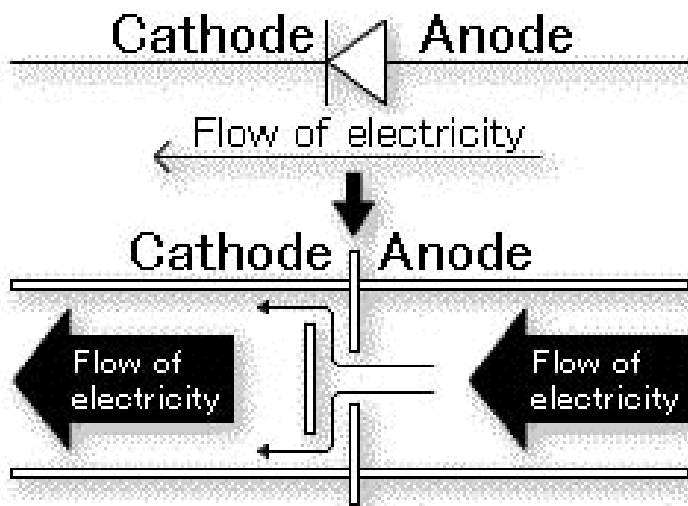
- 符號：



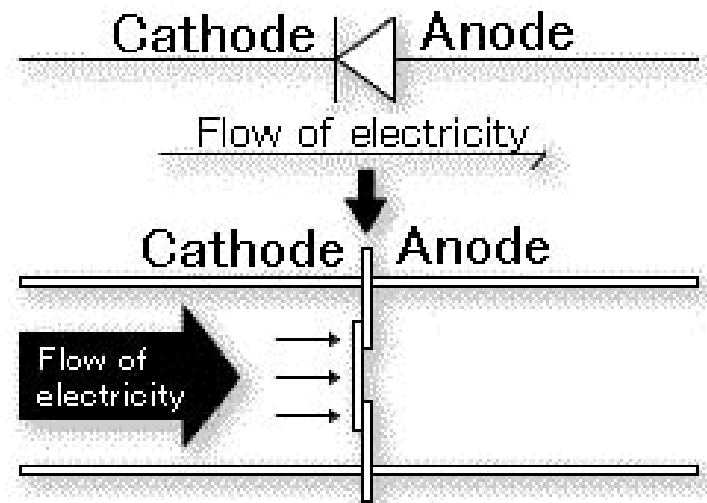
觀察方向



二極體就像是「閘門」



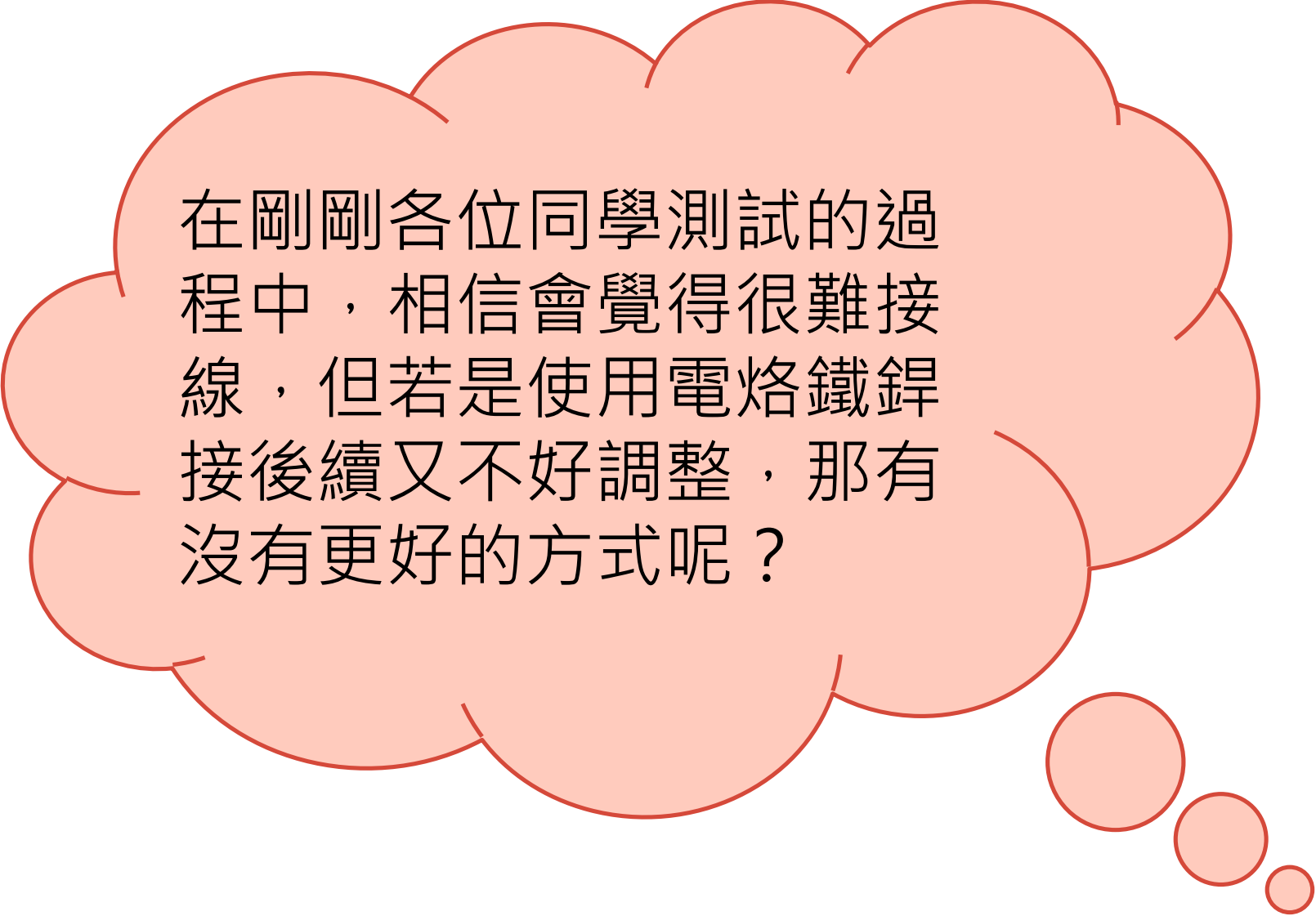
- 「閘門」開啟讓電流通過(順向)



- 「閘門」關閉電流無法通過(逆向)

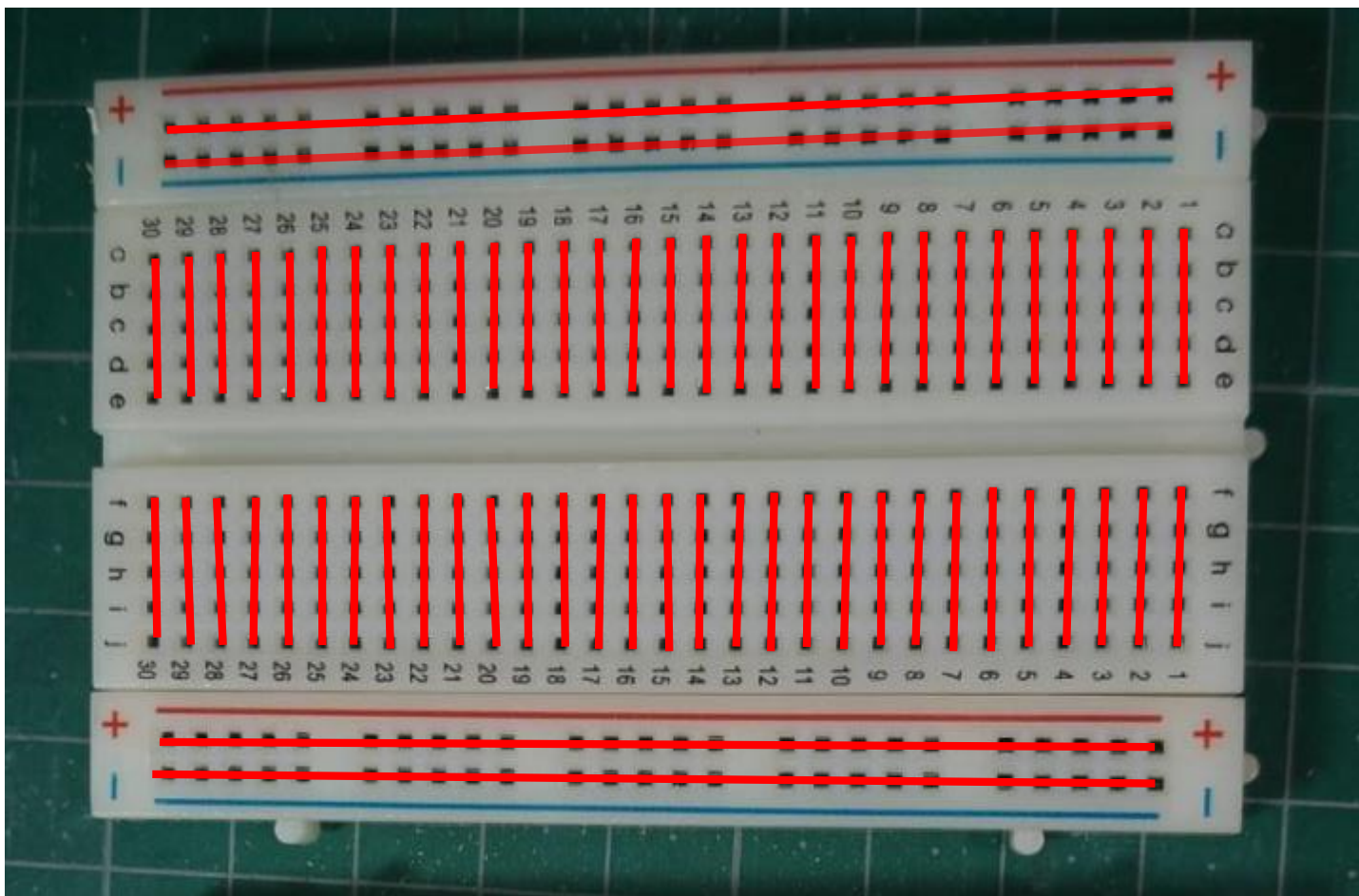
◇ 本圖來源：

https://www.rohm.com.tw/electronics-basics/diodes/di_what1

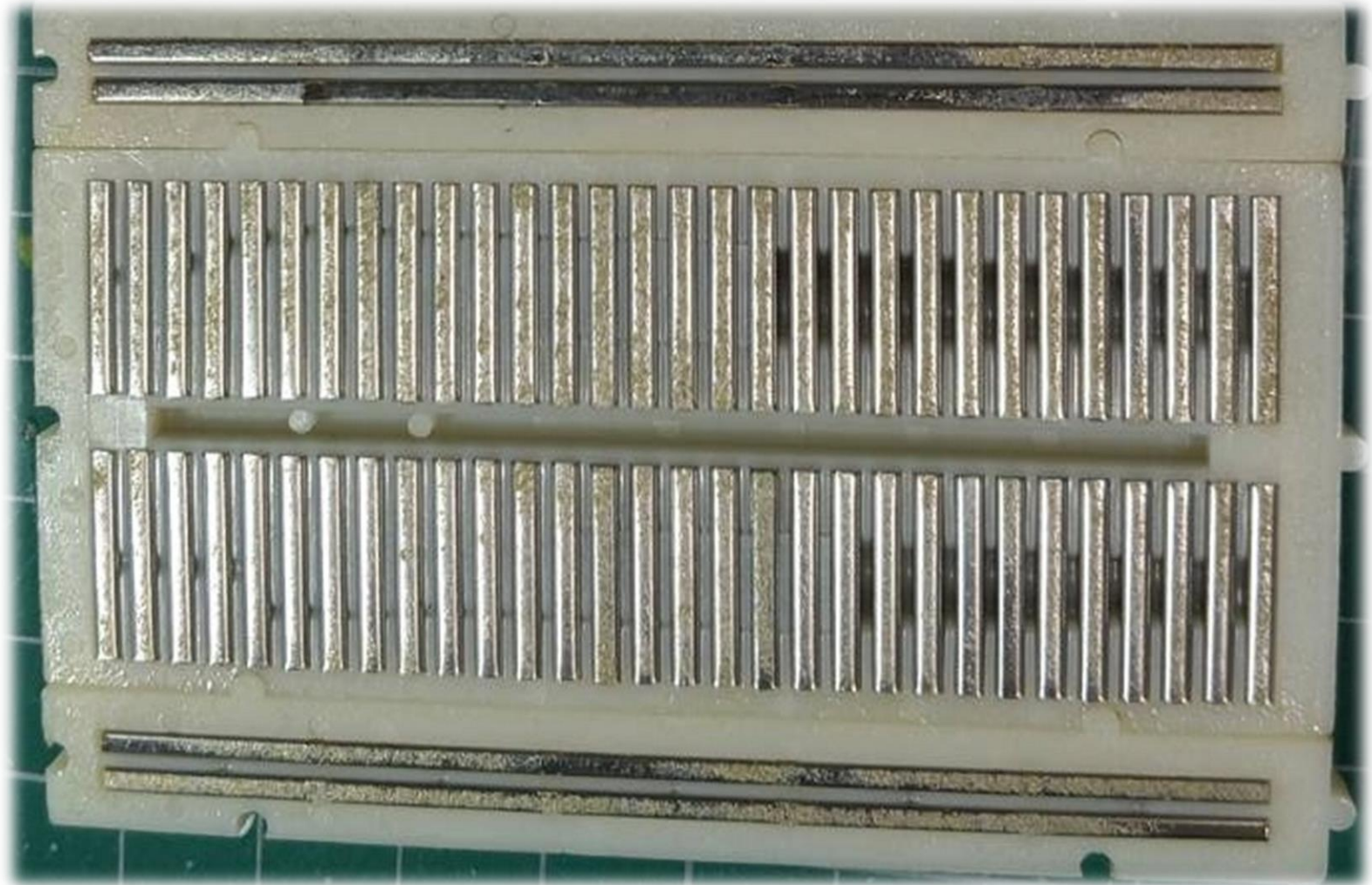


在剛剛各位同學測試的過程中，相信會覺得很難接線，但若是使用電烙鐵銲接後續又不好調整，那有沒有更好的方式呢？

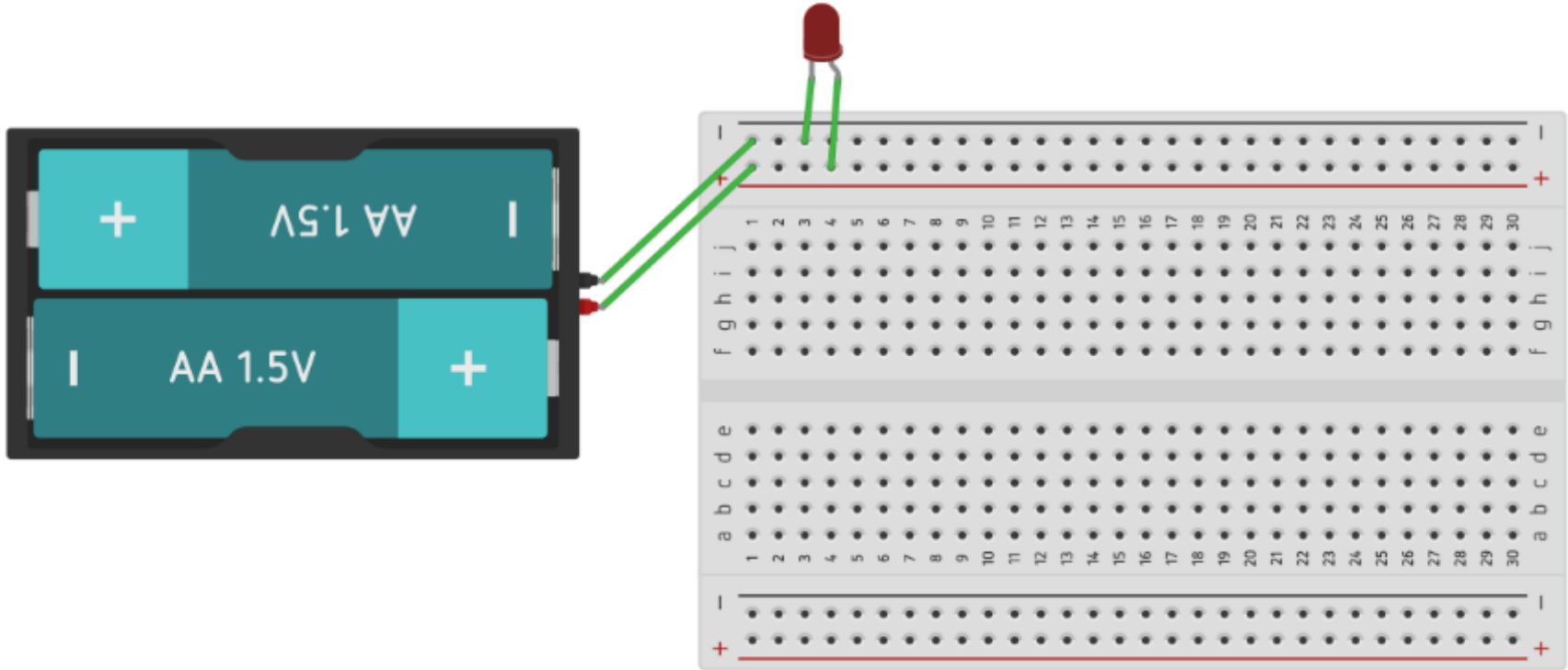
認識麵包板



認識麵包板

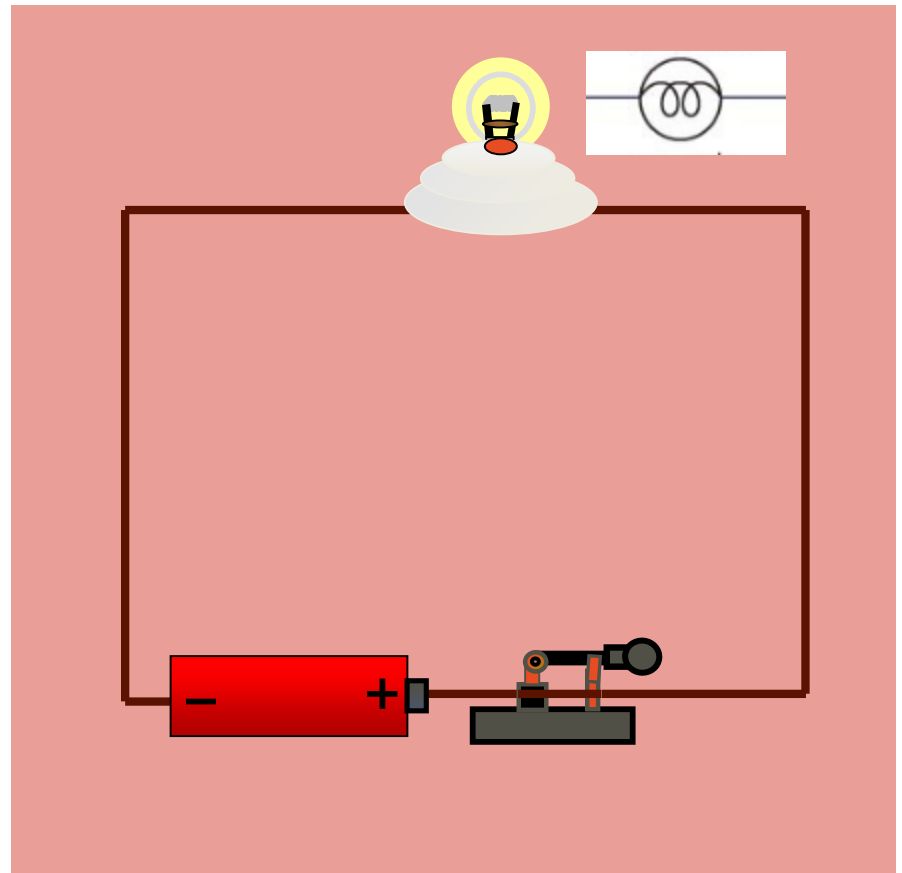


試一試



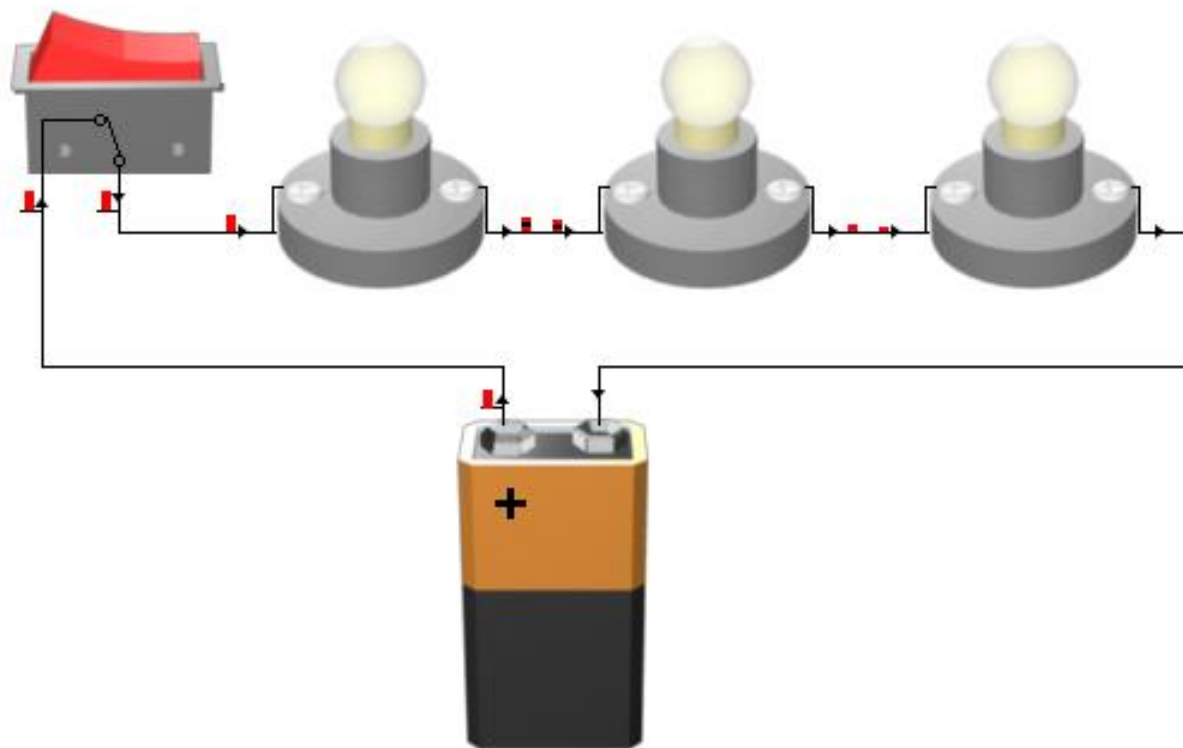
基本電路

- 電荷行走的路稱為『**電路**』
- 一個完整的電路應包括
 - 電源
 - 負載
 - 導體
 - 開關



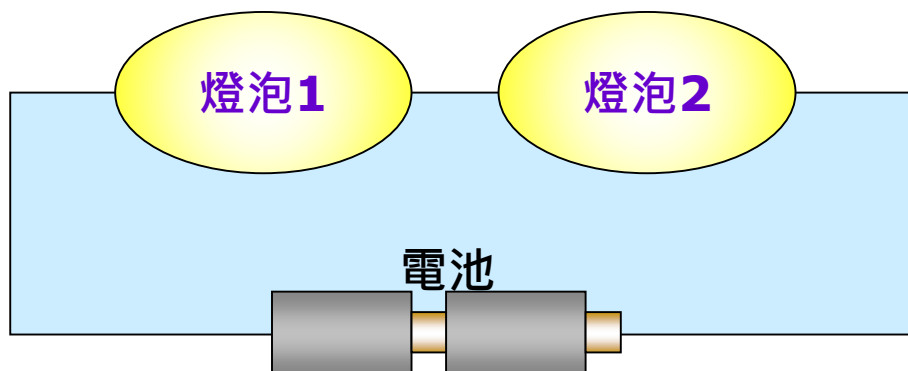
基本電路認識

- 串聯電路



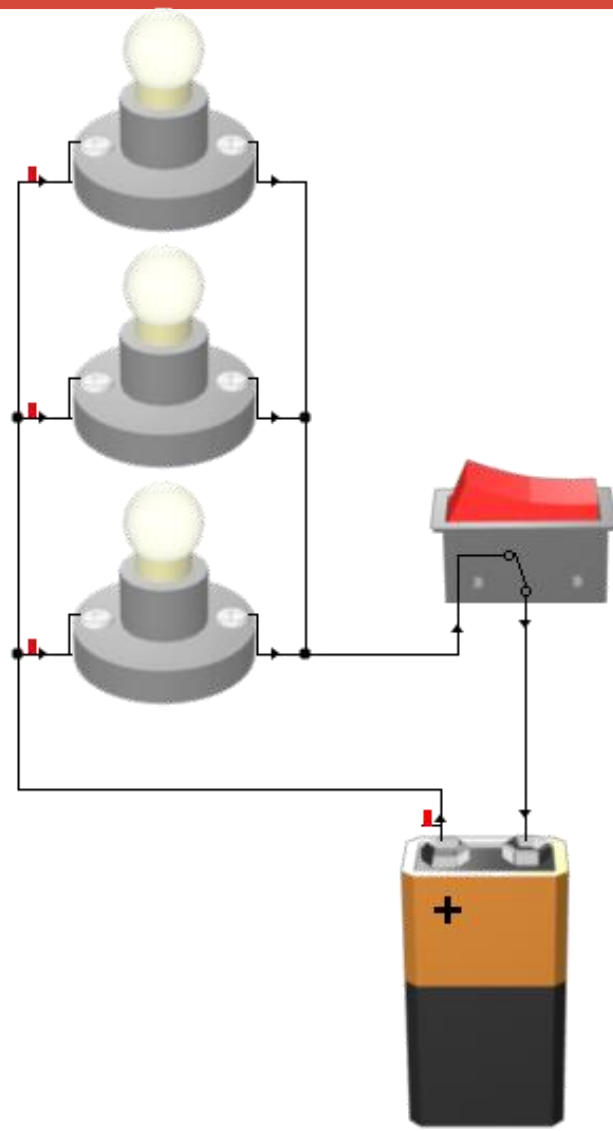
串聯電路

- 把電器裝置(如燈泡)一個個串聯起來，然後再接到一個電源上，此種電路為串聯電路。串聯電路中流經每一個燈泡的電流量是相同。
- 在串聯電路上，只要有一個裝置損壞，則電荷就完全沒有辦法流動，所有電器就沒作用



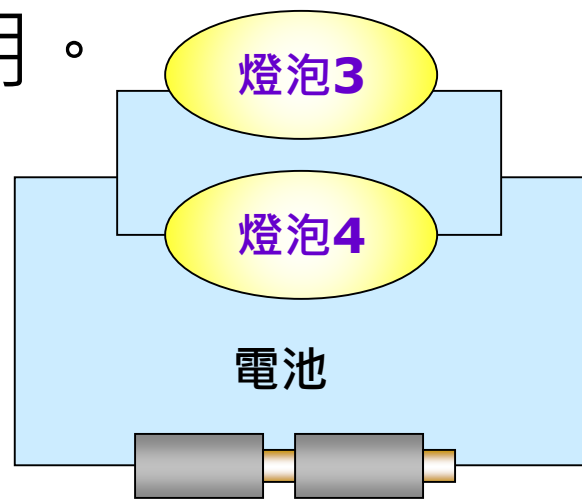
基本電路認識-並聯

- 並聯電路



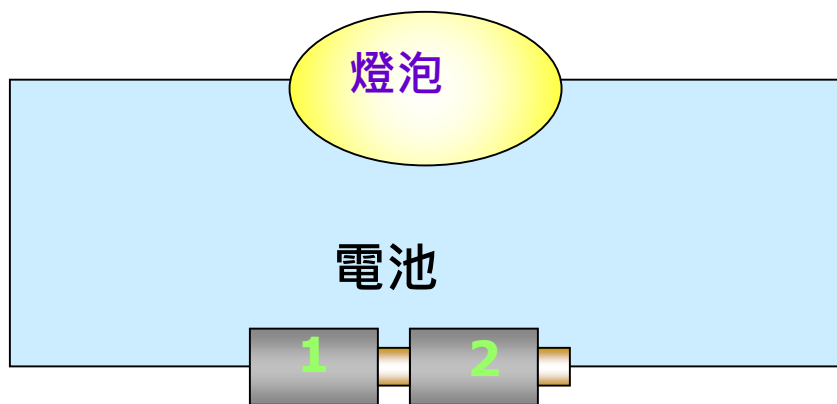
並聯電路

- 將數個負載(燈泡)的兩端並聯之後，再接到一個電源上的電路為並聯電路。在並聯電路中，每個燈泡所加的電壓都是相同的。
- 在並聯電路上，一個裝置損壞，只影響跟它同一路的裝置，跟它並列的其他線路則不受影響，電器照常發揮作用。

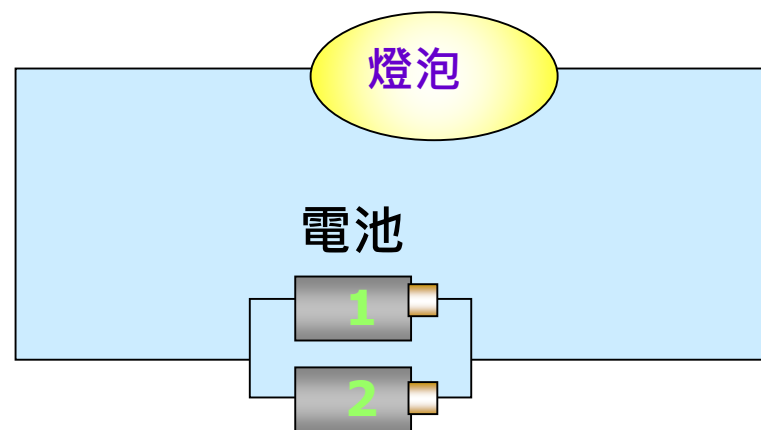


串聯、並聯電路圖(電池)

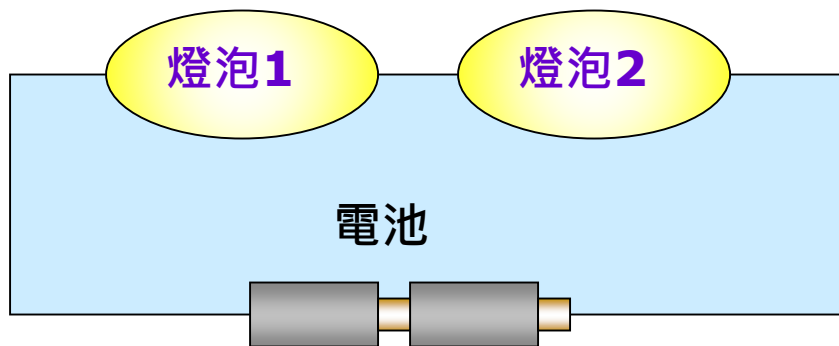
電池1和電池2是**串聯**的



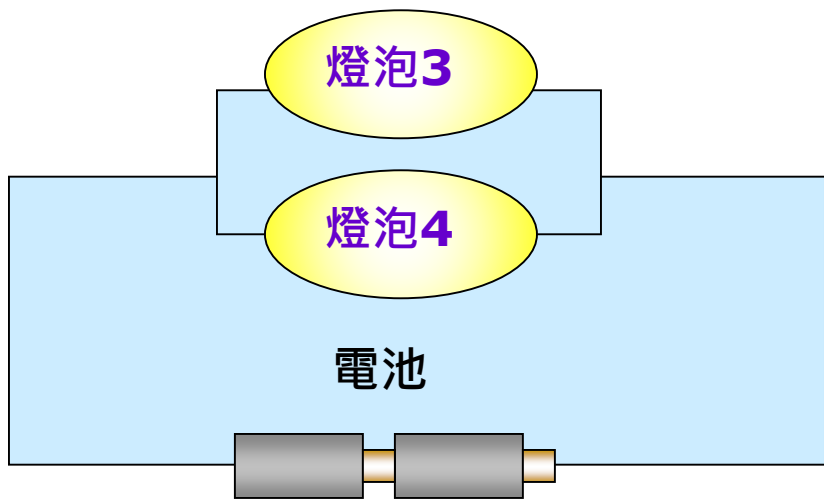
電池1和電池2是**並聯**的



串聯、並聯電路圖(燈泡)



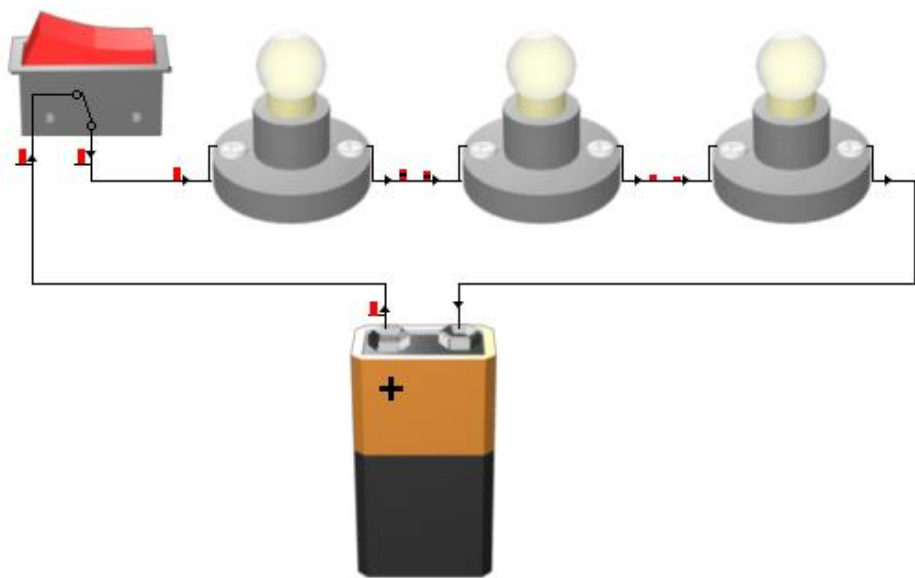
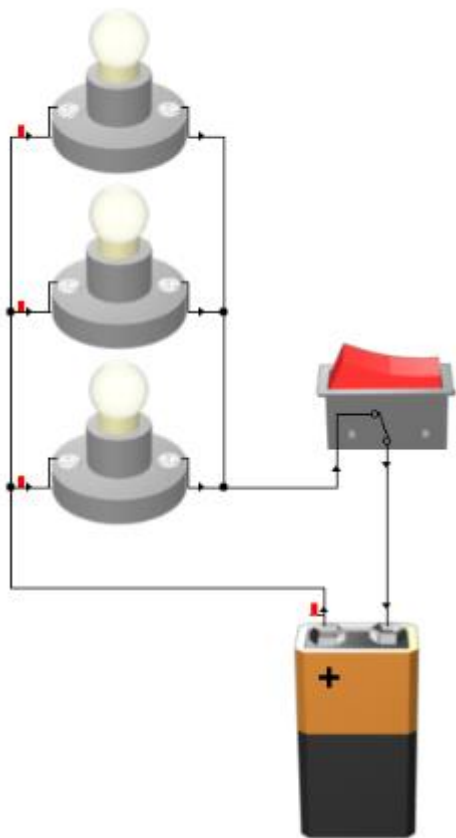
燈泡1和燈泡2是**串聯**的



燈泡3和燈泡4是**並聯**的

家用電路

- 想想看家裡電路設計是串聯還是並聯電路呢??

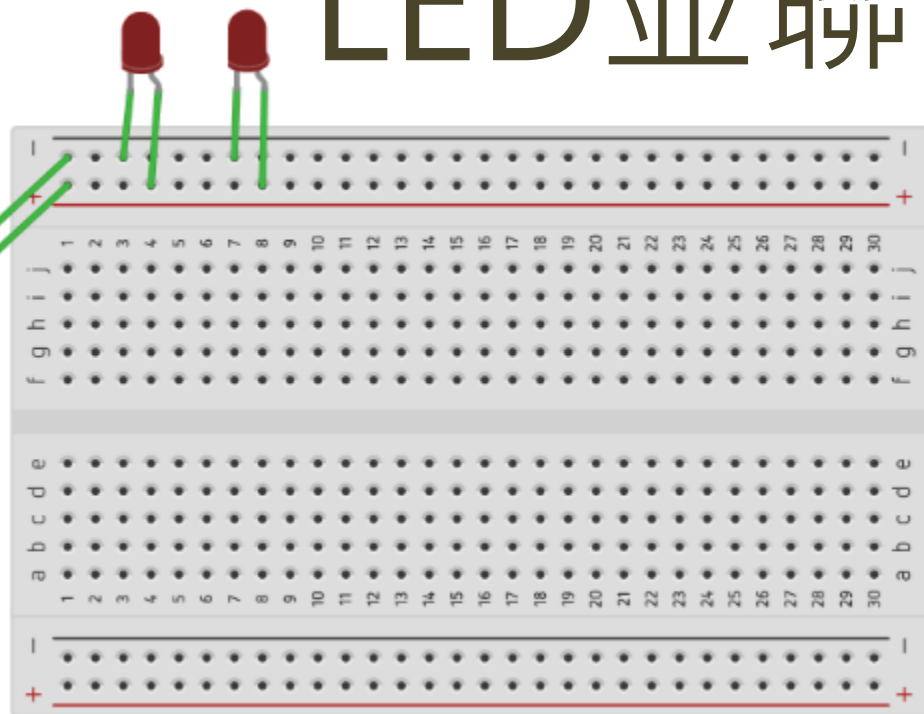


試一試

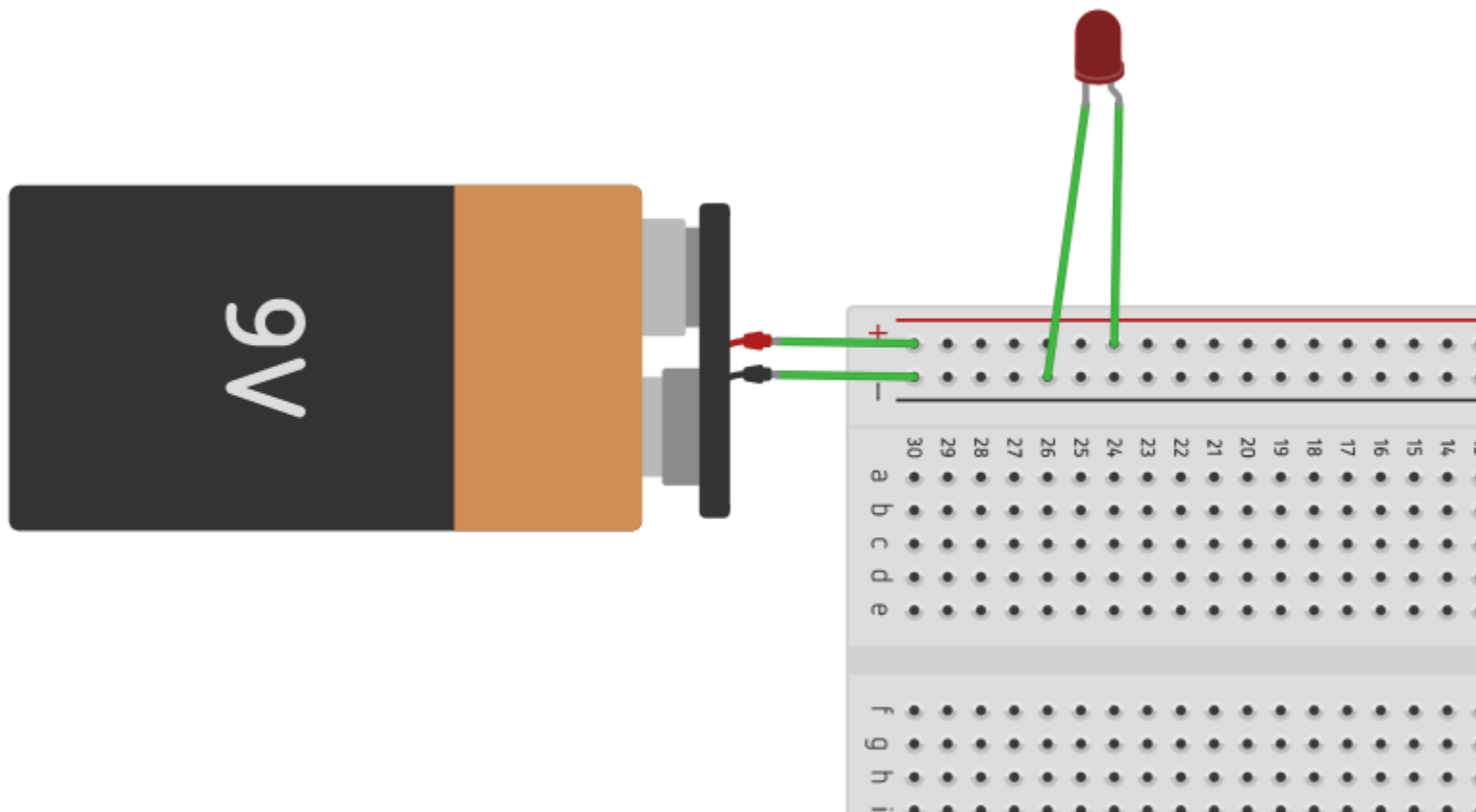
LED 並聯



電池串聯



想一想，會發生什麼事呢？



電阻


- 用來限制電流流量的大小
- 在電學上用字母「**R**」代表
- 單位為**歐姆(Ω)**。
- 符號：
- 顏色表示**電阻的數值**

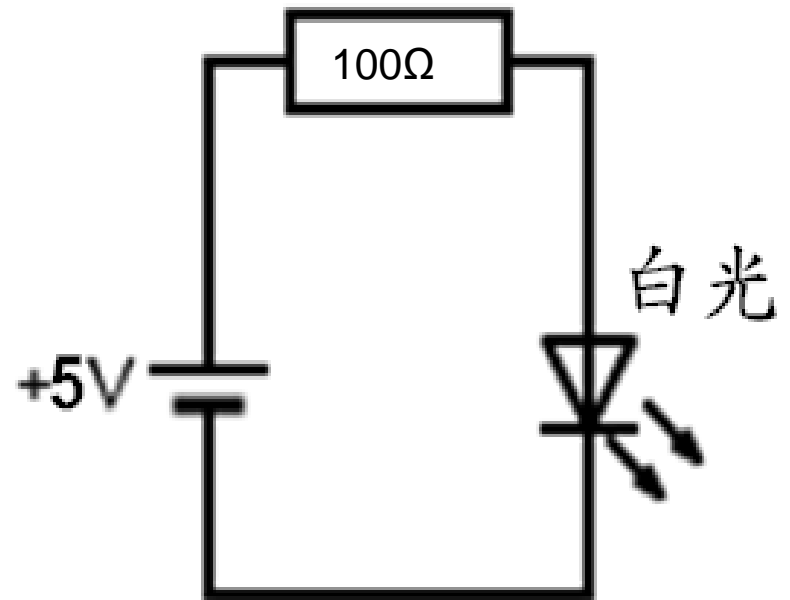


Figure 2



練習：LED電路

- ◆ 搭配電阻讓LED降至工作電壓
- ◆ 電壓太高→燒
- ◆ 電壓太低→不亮



為何要降壓呢？

- ◆ 發光二極體的物理條件 $T_a = 25^\circ\text{C}$ $I_f = 20\text{mA}$

順向偏壓

紅色LED : $V_f: 1.8 - 2.1\text{V}$

綠、黃色LED : $V_f: 2.0 - 2.2\text{V}$

藍色LED : $V_f: 3.0 - 3.4\text{V}$

白色LED : $V_f: 3.0 - 3.2\text{V}$

- ◆ LED限流電阻值-線上計算器

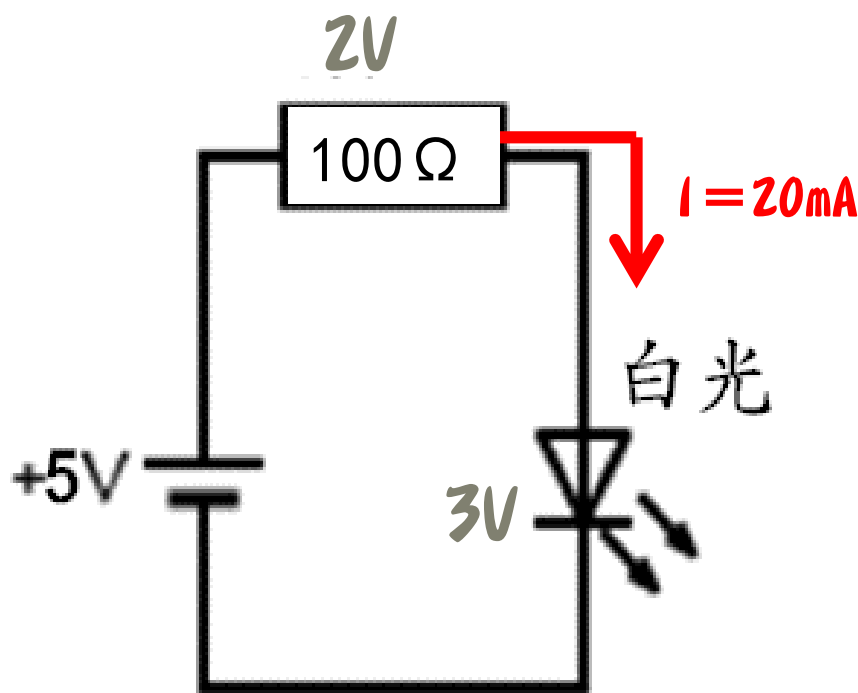
- ◆ <http://gc.digitw.com/Program/Resistor4LED/Resistor4LED.htm>

運用基本電路計算一下吧！

◇ $20\text{mA} = 0.02\text{A}$

◇ 電阻公式 $R = \frac{v}{I}$

$$R = \frac{2}{0.02} = ?$$



電子零件探索趣〈3〉

- ◆ 請拿出學習單，回想剛剛的學習內容並記錄下來

【挑戰二 電阻認識及探索】

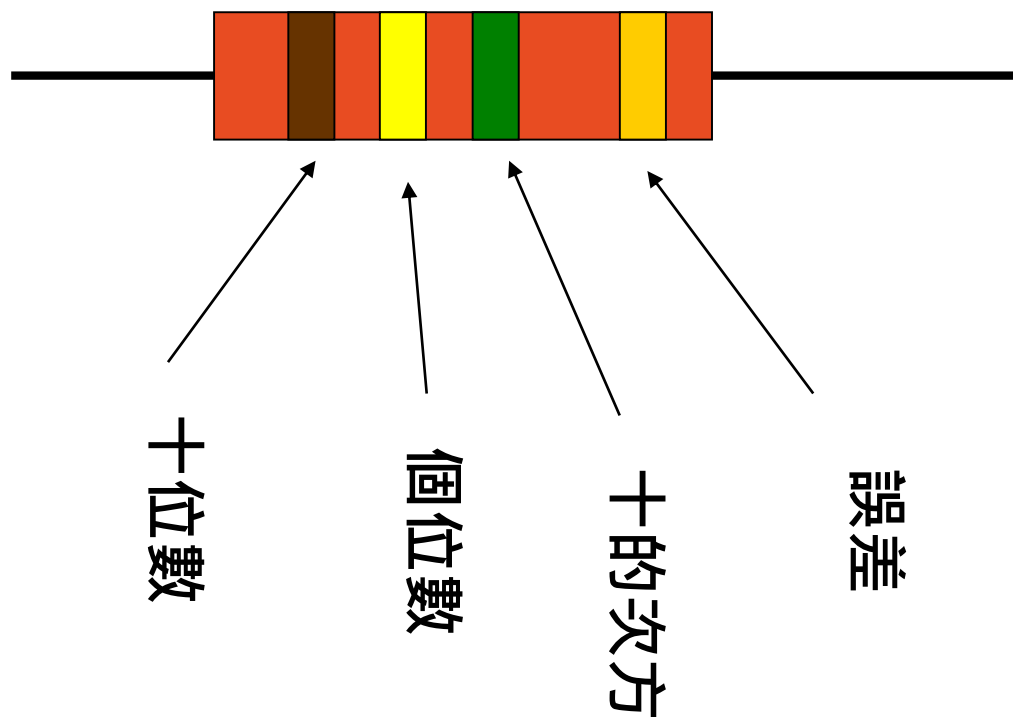
探索說明：電阻是用來限制電流流量的大小。請同學利用電阻測試LED的亮度並記錄下來。

〈Q1〉由老師示範的LED燈電路中，您認為是什麼原因使LED燈泡燒壞呢：

答：_____

〈Q2〉LED燈泡的安全電壓範圍是_____，當超過這個範圍時我們就必須加上_____來限制電流的通過量，保護LED燈泡不會損壞。

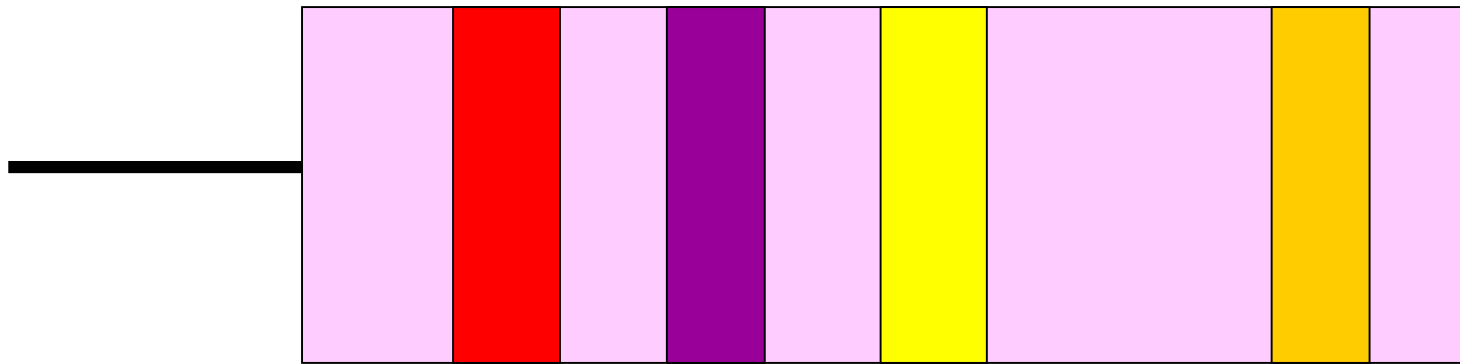
電阻大小表示法



$$14 \times 10^5 = 1400000 \Omega$$
$$= 1400 \text{K}\Omega$$

顏色	代表數字	倍數
黑	0	10^0
棕	1	10^1
紅	2	10^2
橙	3	10^3
黃	4	10^4
綠	5	10^5
藍	6	10^6
紫	7	10^7
灰	8	10^8
白	9	10^9

電阻色碼判讀小測驗



$$2 \quad 7 \quad \times 10^4 = 270000 \\ = 270\text{K}\Omega$$

電阻計算

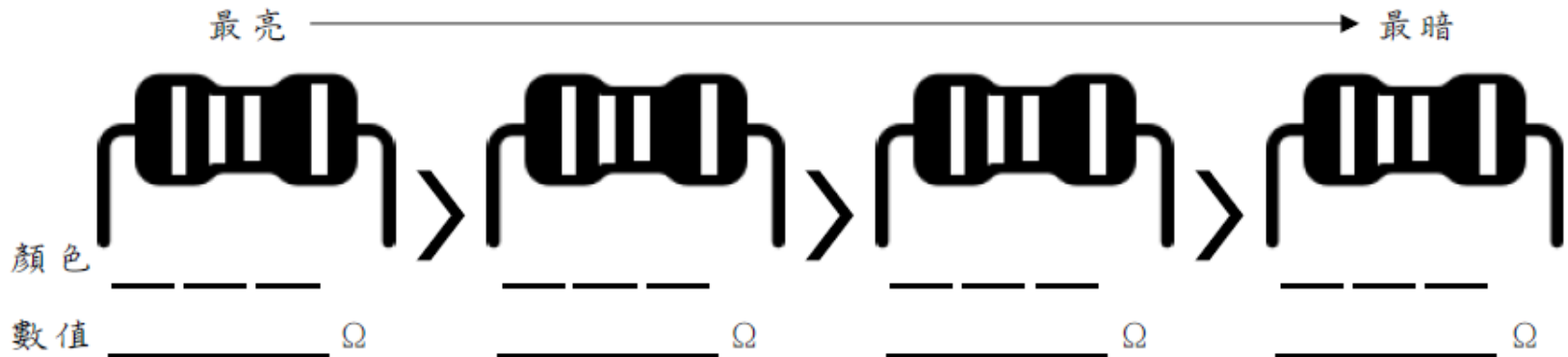
<https://www.digikey.tw/zh/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-resistor-color-code-4-band>



電子零件探索趣 〈4〉

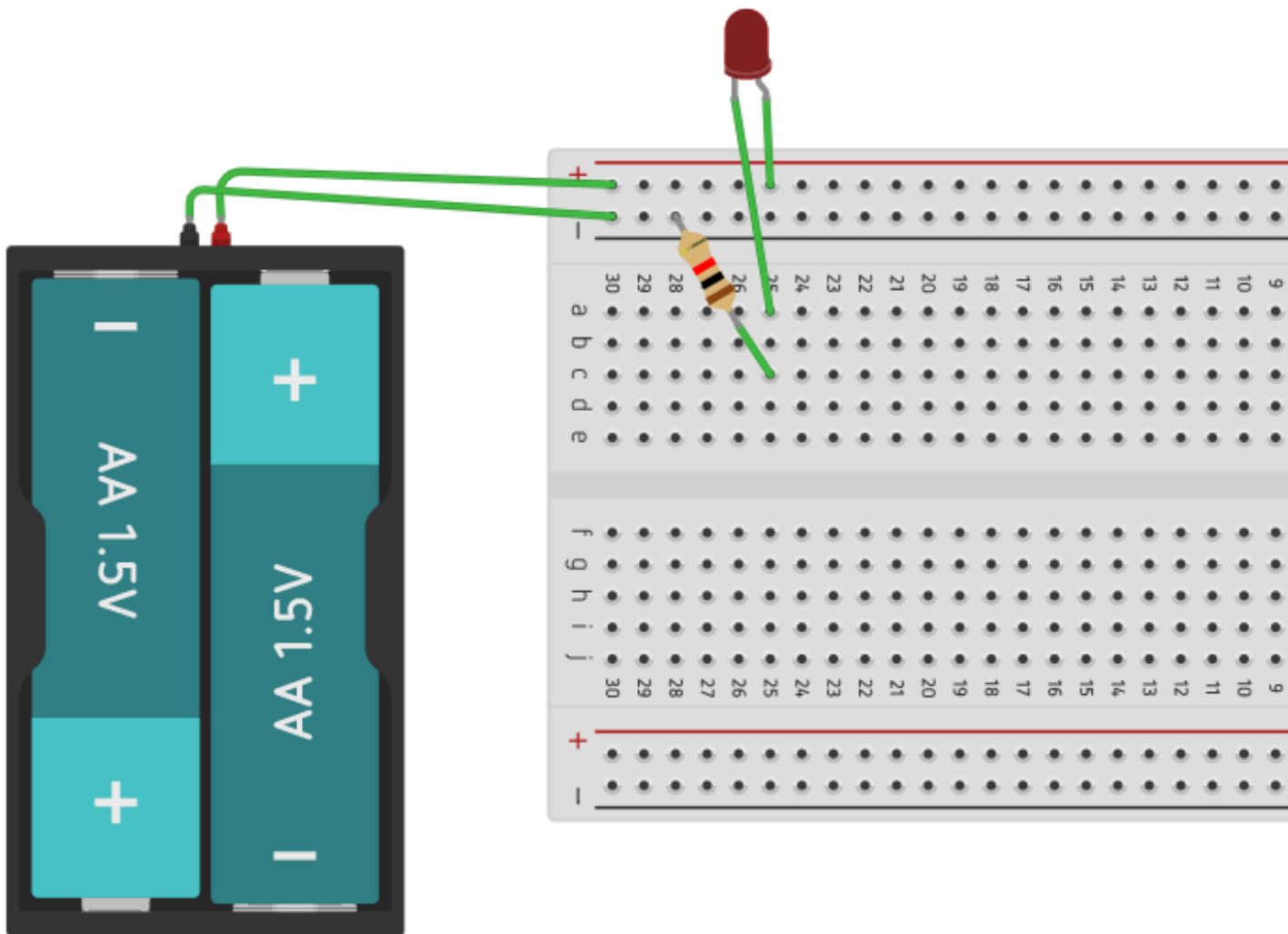
- ◆ 請拿出學習單，試著接接桌上的電阻及LED燈，並觀察其結果

〈Q3〉請在Led電路中加上不同的電阻，比較燈泡的亮度後記錄下電阻的顏色並計算出代表的數值。(若沒裝電阻的狀態，請紀錄「無電阻」即可)



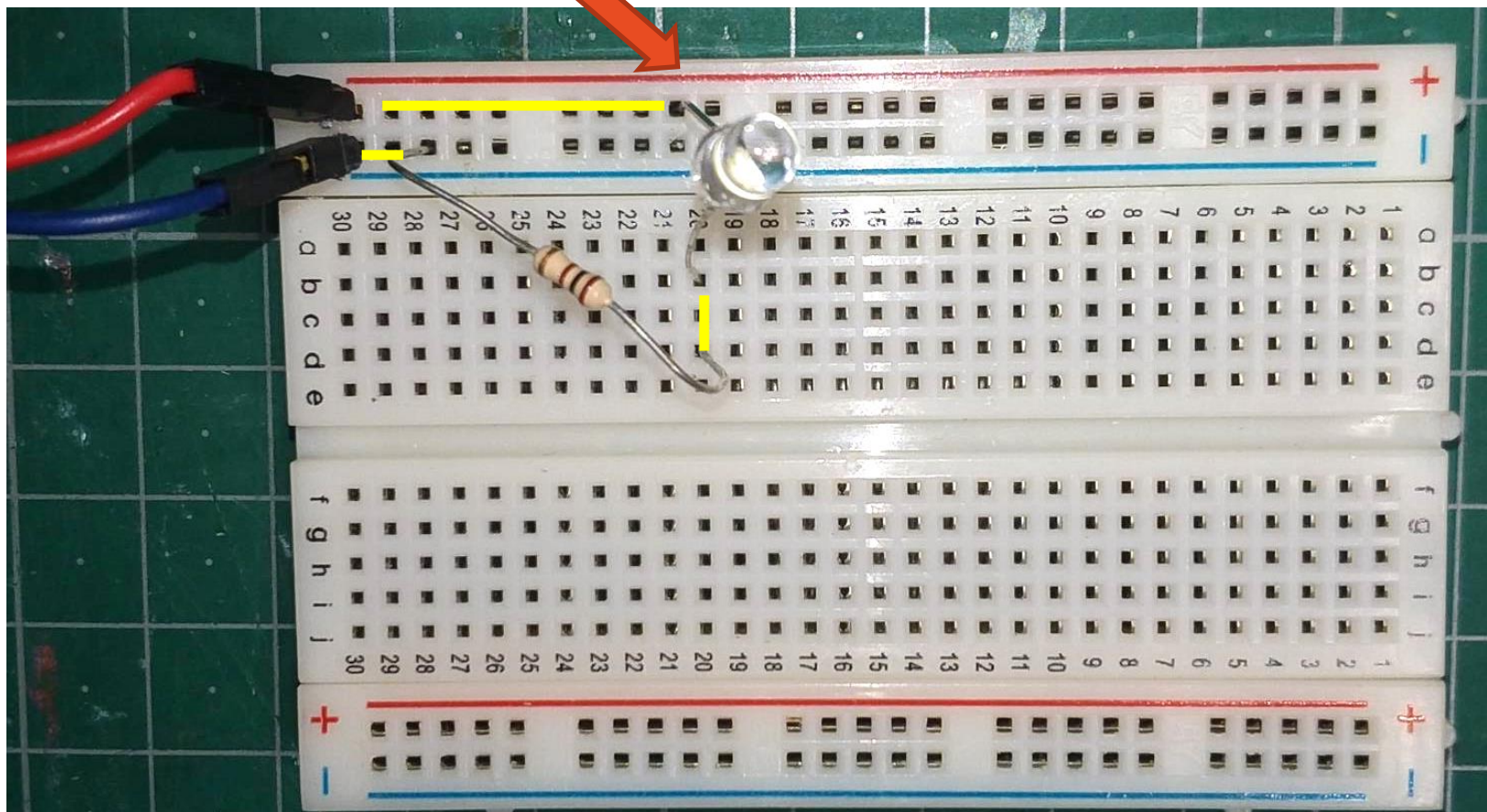
注意 ❶ 電阻沒有方向性 ❷ 電阻值越大，通過的電流 越大 越小。

看電路接麵包板



實際接線圖

長腳接正



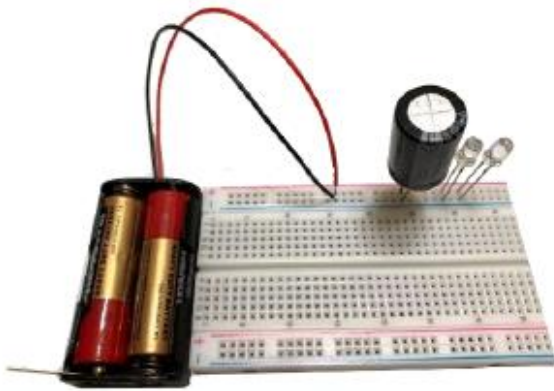
電子零件探索趣 〈5〉

◆ 試著接上電容，並跟著學習單操作

【挑戰三 電容認識及探索】

探索說明：電容是儲存電荷，或釋出電荷的裝置。請同學在電路中加上電容後，觀察其變化並記錄下來。

〈Q1〉在 LED 電路中加上電容後，若移除電源時 LED 燈泡明滅變化記錄下來：

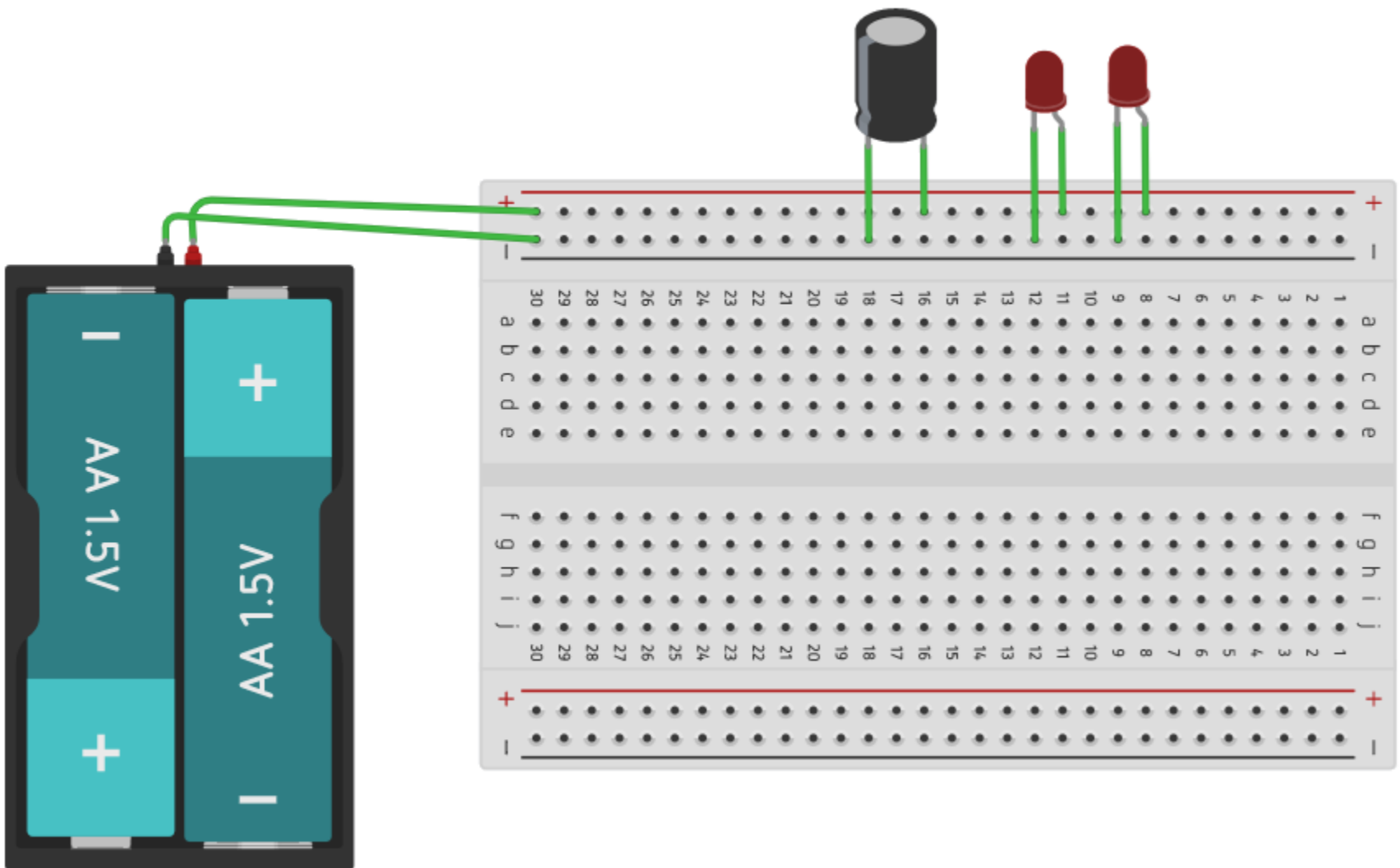


測試結果 ❶ 移除電源後的 LED 燈泡是否會亮：


會 不會

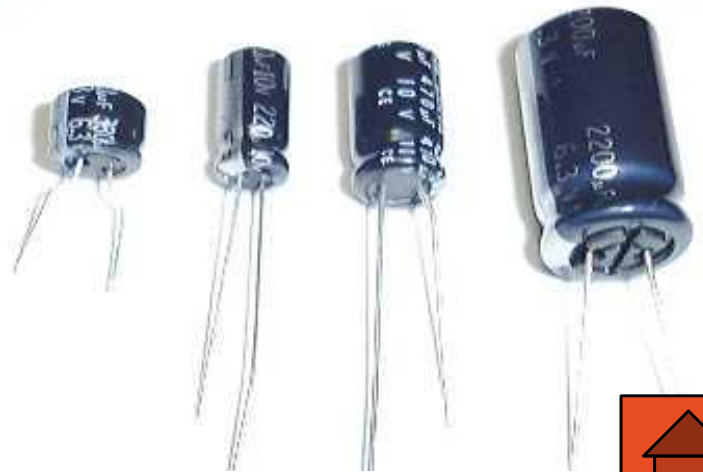
❷ 加上電容後的 LED 燈電路，有何變化：

試一試



電容 (2200微法拉約10元)

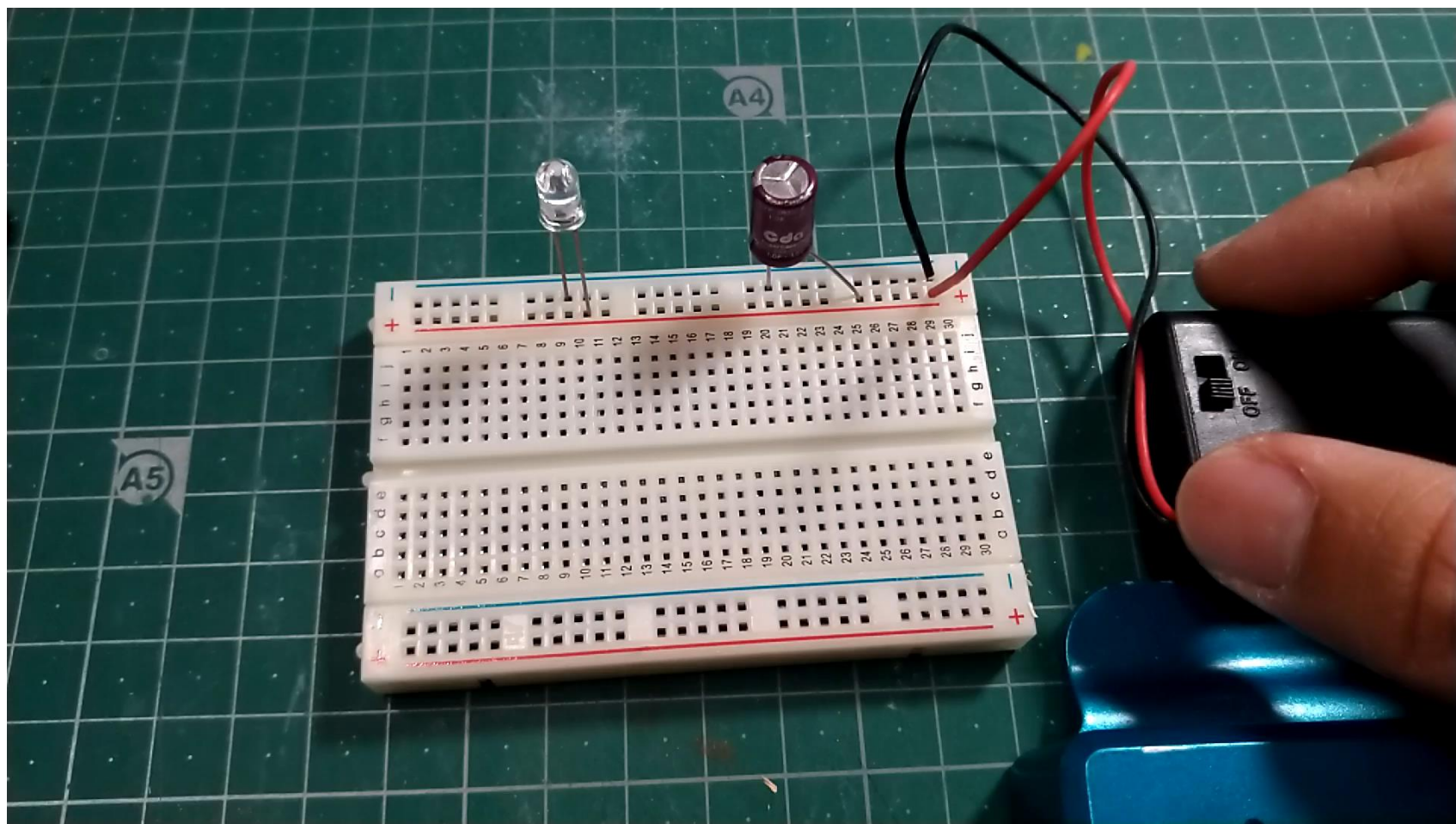
- 儲存電荷，或釋出電荷的裝置
- 單位：(微)法拉 $(\mu)F$
- 符號： 
- 電解電容器具有極性，
- 腳長者為正極、
- 腳較短的為負極。



超級電容(1法拉約20元)

- (1) **充電速度快**，只要充電幾十秒到幾分鐘就可達到其額定容量的95%以上；而現在使用面積最大的鉛酸電池充電通常需要幾個小時。
- (2) **循環使用壽命長**，深充深放電循環使用次數可達50萬次，如只對超級電容每天充放電20次，連續使用可達68年。如只相對於和鉛酸電池比較，它的使用壽命可達68年，這沒有「記憶效應」。
- (3) **大電流放電能力超強**，能量轉換效率高，過程損耗小，大電流能量循環效率 $\geq 90\%$ ；
- (4) **功率密度高**，可達 $300\text{W/kg}\sim 5000\text{W/kg}$ ，相當於普通電池的數十倍；其能量大大提高，鉛酸電池一般只能達到 200W/kg ，而超級電容電池目前研發可達 10KW/kg ，
- (5) 產品原材料構成、生產、使用、儲存以及拆解過程均沒有污染，是理想的綠色環保電源；
- (6) **充電電路簡單**，無需充電電池那樣的充電電路，安全係數高，長期使用可維護；
- (7) 超溫特性好，使用環境溫度範圍寬達 $-40^{\circ}\text{C}\sim +70^{\circ}\text{C}$ ；
- (8) 檢測方便，剩餘電量可隨時讀出；
- (9) 單體容量範圍通常 $0.1\text{F}\sim 3400\text{F}$ 。

超級(法拉)電容充放電

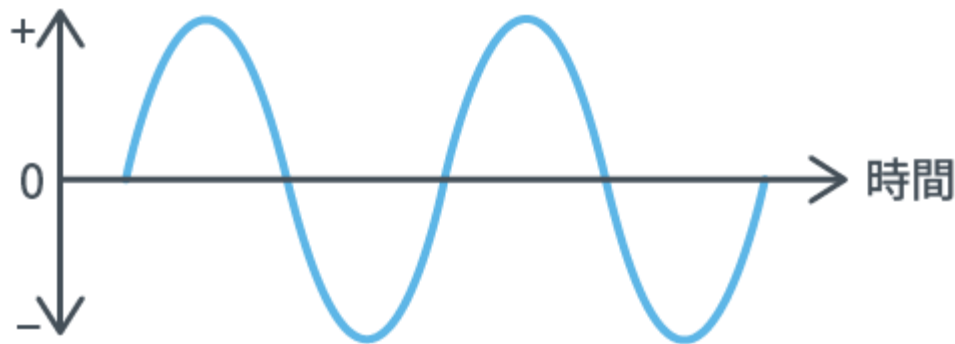


電的種類



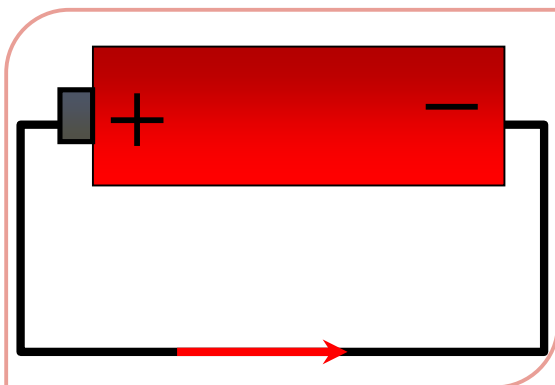
直流電

交流電



直流電 (Direct Current 稱DC)

特性



流動方向始終
同一方向。

應用



手電筒、計算機
手提收錄音機、
汽車用電等。

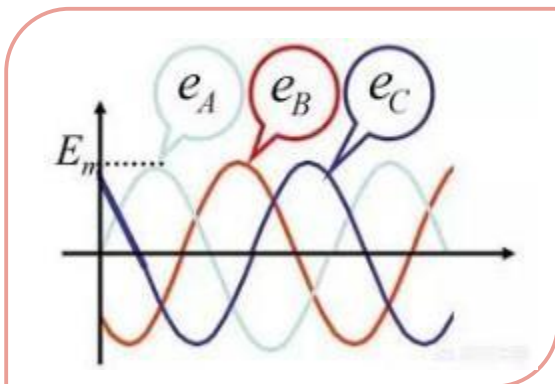
電的來源



乾電池、
蓄電池、
直流發電機。

交流電 (Alternating Current 稱AC)

特性



交流電流動的方向則不斷地變換。(我國的交流電頻率為60Hz，即每秒正負極切換60次)

應用



除流動性照明設備等少數場合外，都是使用交流電，如家庭配電。

電的來源



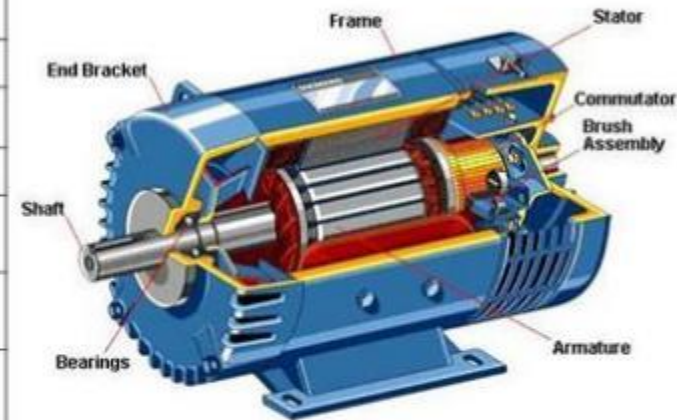
絕大部分都是由電力公司所供應

直流馬達介紹

- ◆ 使用永久磁鐵或電磁鐵、電刷、整流子等元件，電刷和整流子將外部所供應的直流電源，持續地供應給轉子的線圈，並適時地改變電流的方向，使轉子能依同一方向持續旋轉。

直流馬達構件

英文	中文
Shaft	軸心
Bearing	軸承
Stator	定子(磁鐵)
Armature	轉子(電樞)
Brush	碳刷
Commutator	整流子
Brush Assembly	碳刷架
Frame	外殼
End Bracket	端部軸承架



電子零件探索趣 〈6〉

【挑戰四 馬達認識及探索】

探索說明：請同學利用電池測試 TT 馬達的動作並記錄下來。

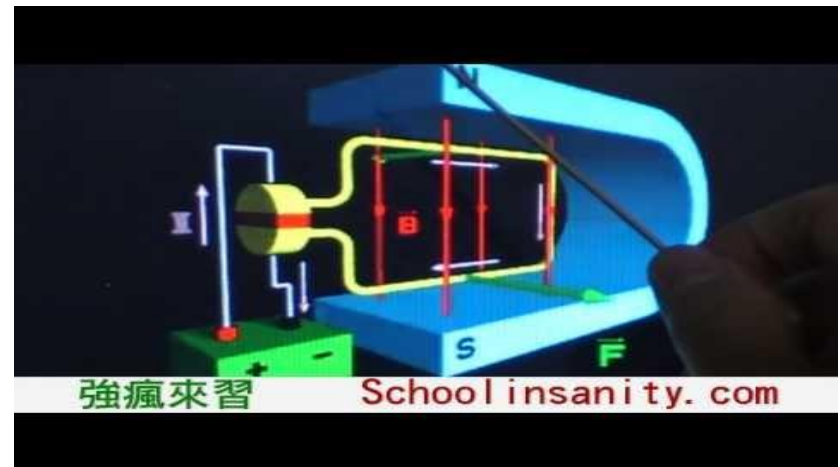
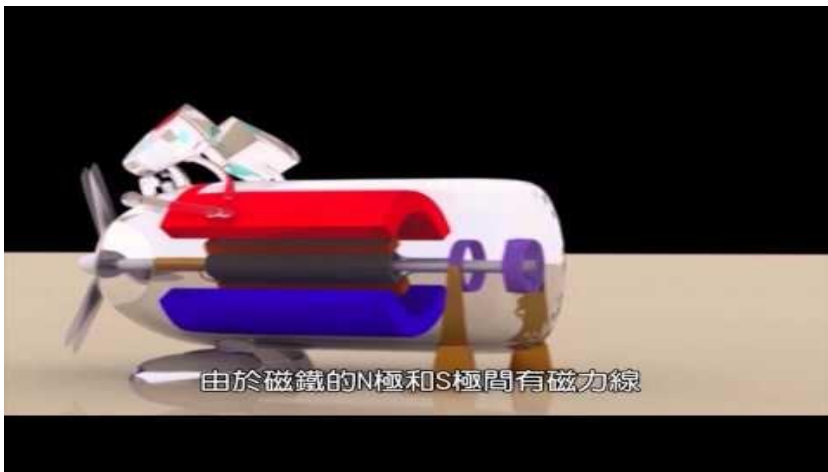
〈Q1〉當電池盒的紅黑線接在馬達銅片上時，請將塑膠軸的轉動方向畫下來：



測試結果 ➡ 兩者轉動方向：相同 相反

手電筒沒電怎麼辦？

- ◆ 直流馬達接電可以旋轉
- ◆ 若我們快速旋轉馬達轉軸，可否產生電呢？



資料來源:<https://www.youtube.com/watch?v=NwUrM5ugQg4>

資料來源:<https://www.youtube.com/watch?v=HYXmvLYVymE>

電子零件探索趣 〈7〉

〈Q2〉將 TT 馬達銅片裝上 LED 燈泡，試著轉動塑膠軸後將結果記錄下來：



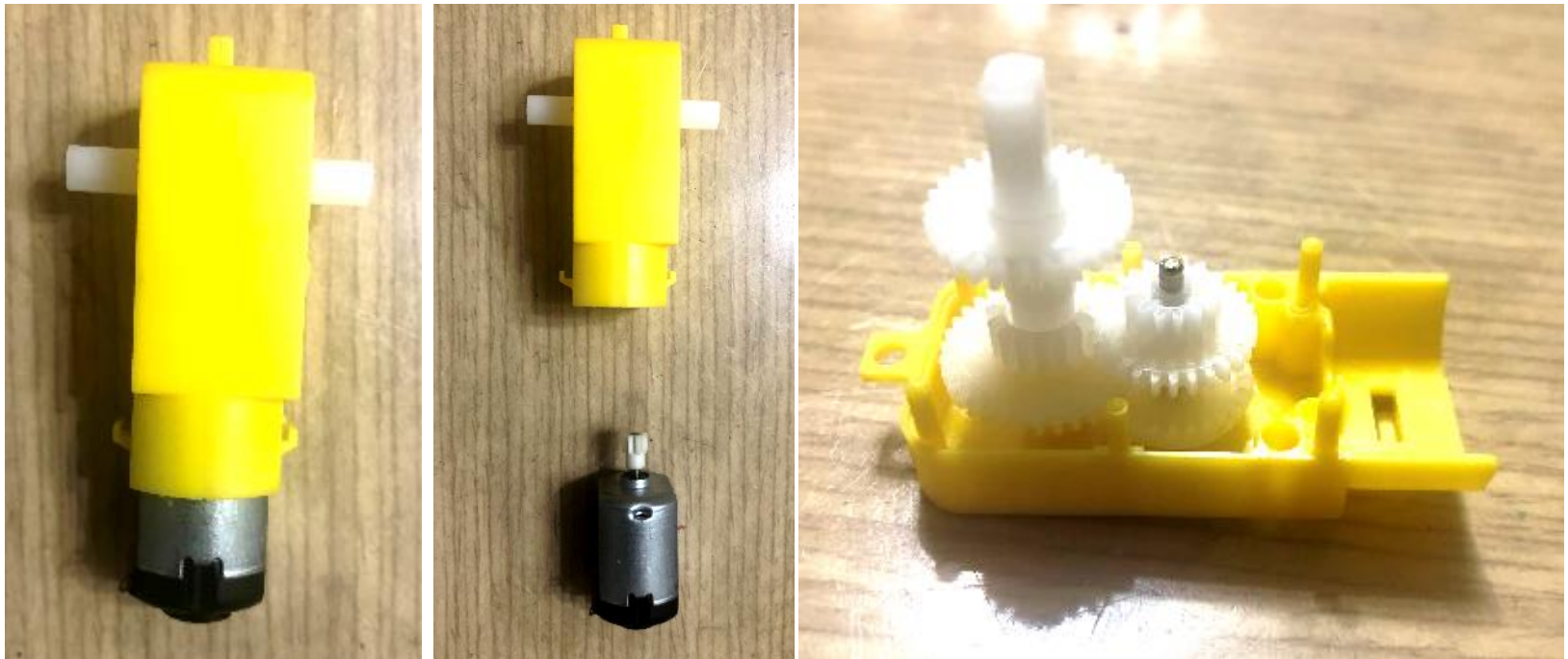
測試結果 ❶ LED 燈泡是否會亮：會 不會

❷ 在 LED 燈不改變接腳的狀態下，要使 LED 燈發亮，塑膠軸要往哪個方向轉動：任意方向 單一方向

❸ 若您的 LED 燈泡不會亮，有可能是什麼因素？

答：_____

TT馬達內部機構



TT馬達齒輪比

塑膠齒

◇ 1 : 48

◇ 1 : 120

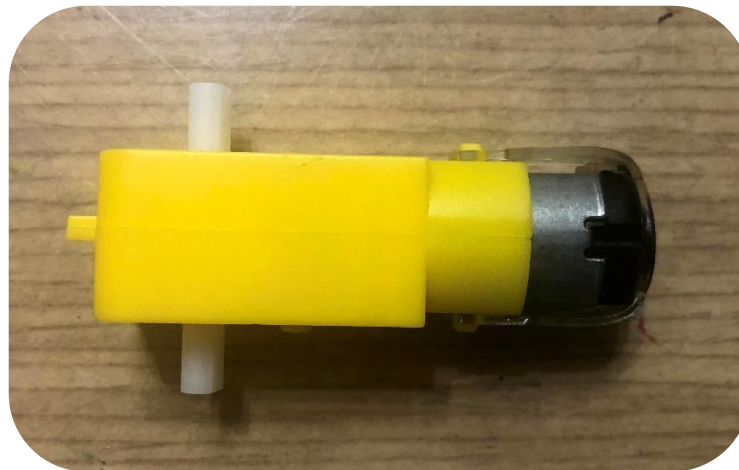
◇ 1 : 220

外部轉軸

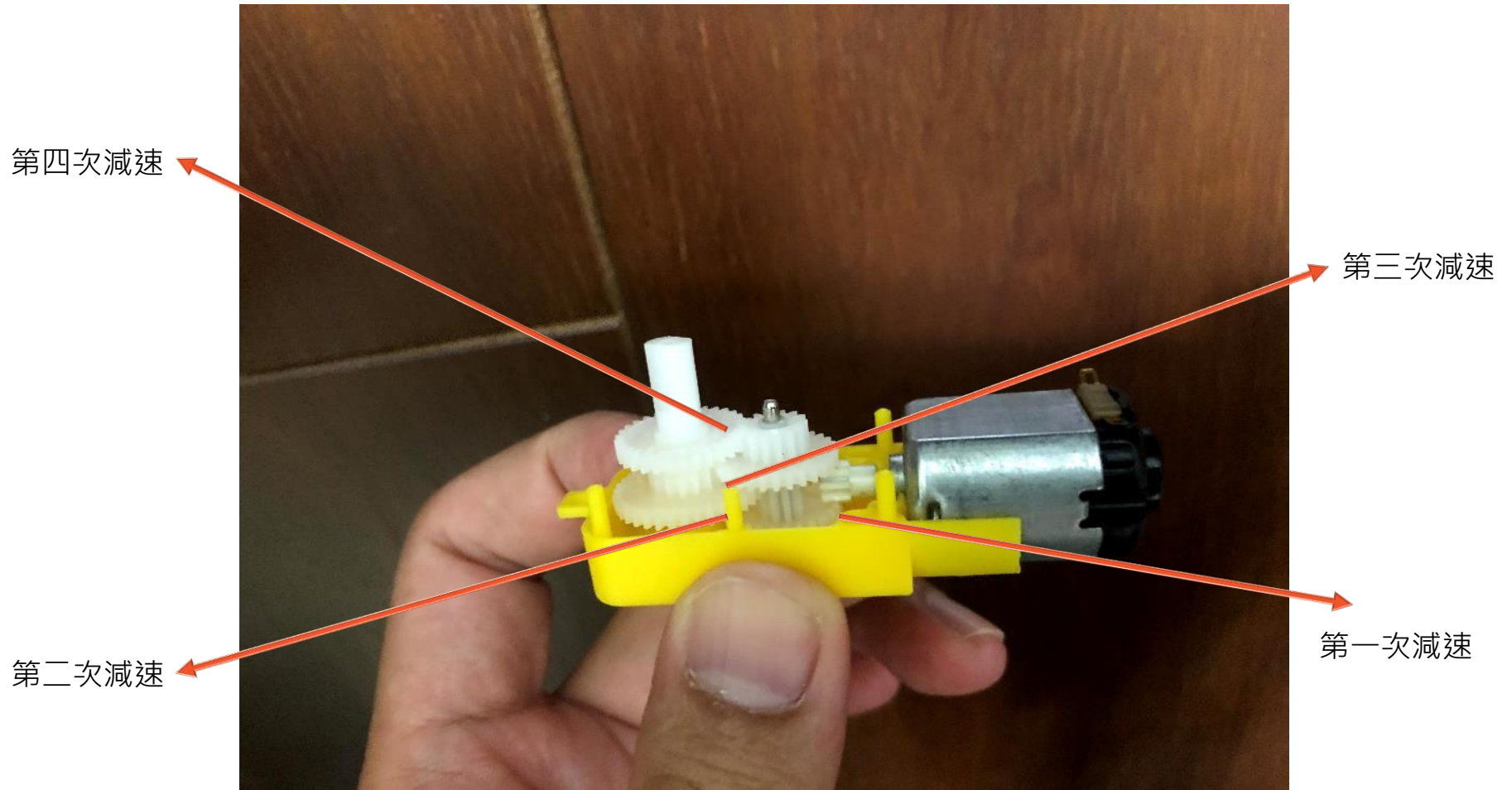
馬達轉軸

◇ 1 : 90

金屬齒



TT馬達內部機構





02

實作課程

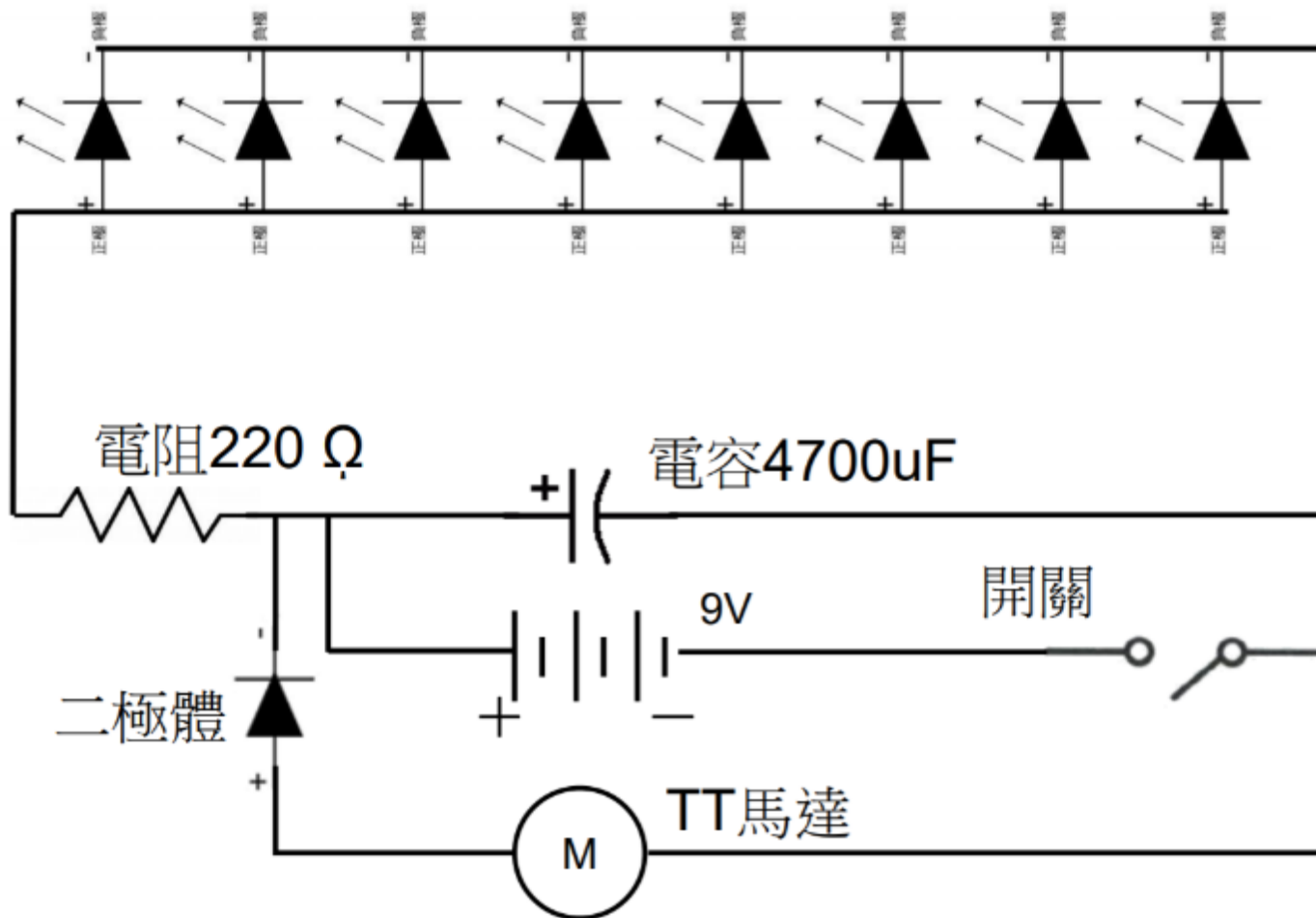
手搖發電手電筒

手搖發電-能源轉換

- ◆ 對馬達供電-**電能轉換為動能**
- ◆ 轉動馬達產生電能-**動能轉換為電能**
- ◆ 搭配減速齒輪(反向操作，增加馬達轉速)
- ◆ 馬達轉速不夠快，不易產生磁生電效應
- ◆ 一開始不可快轉，慢慢加快速度

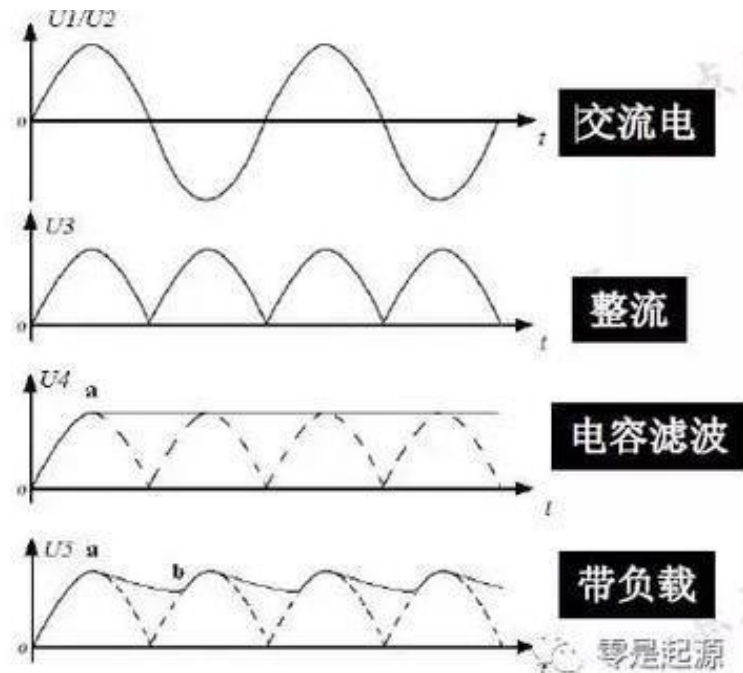
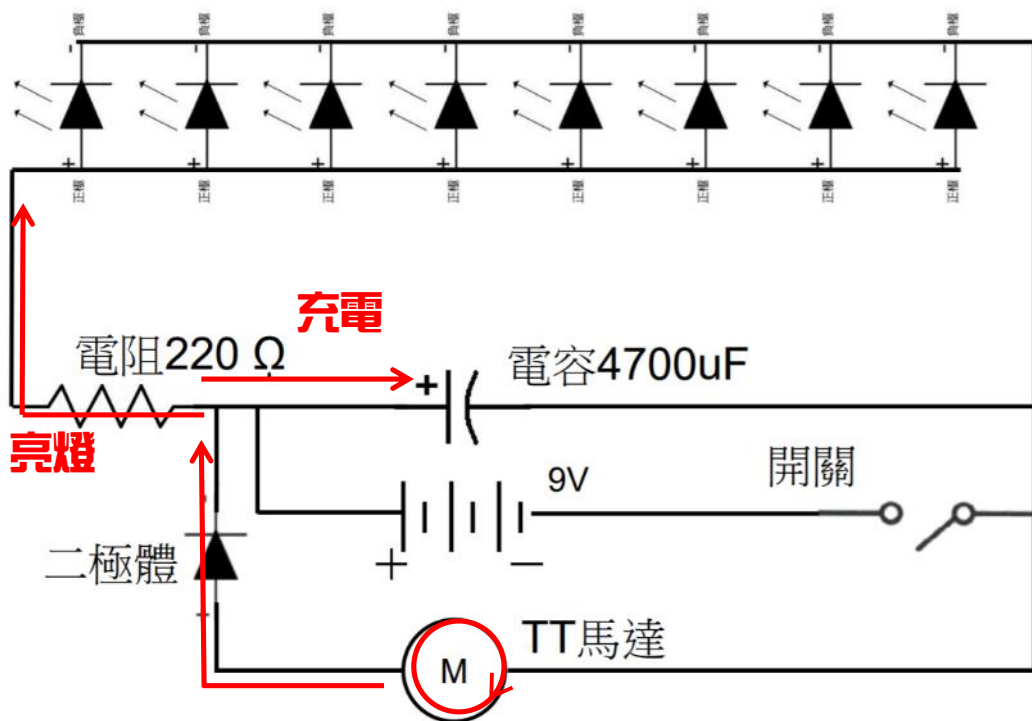


手搖發電手電筒(課本範例)



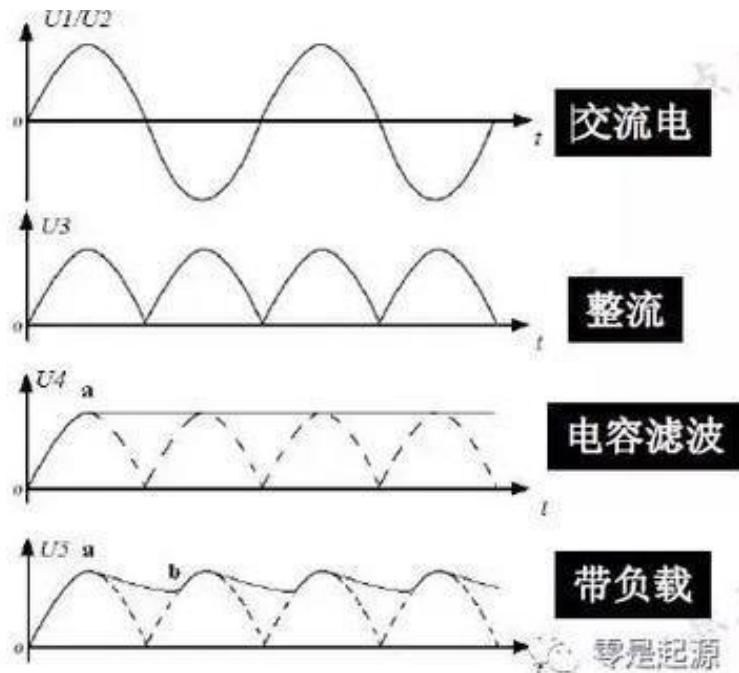
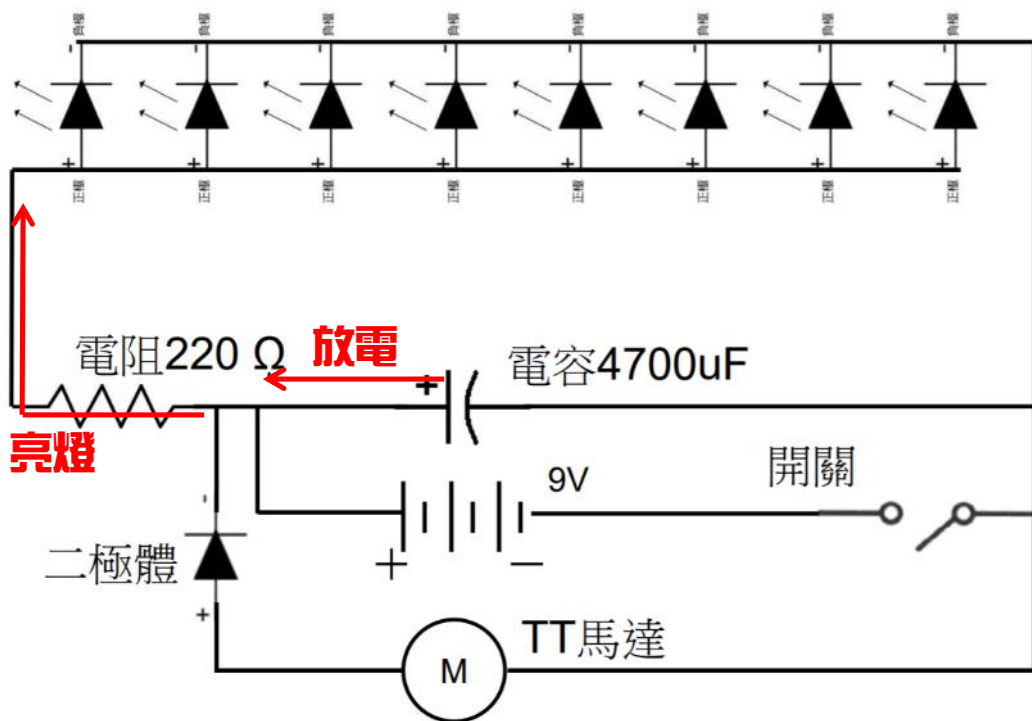
課本實作部分功能分析

- ◆ 1. 轉動TT馬達發電直接供給LED亮燈，電解電容同時充電後延緩LED熄滅(電容濾波)



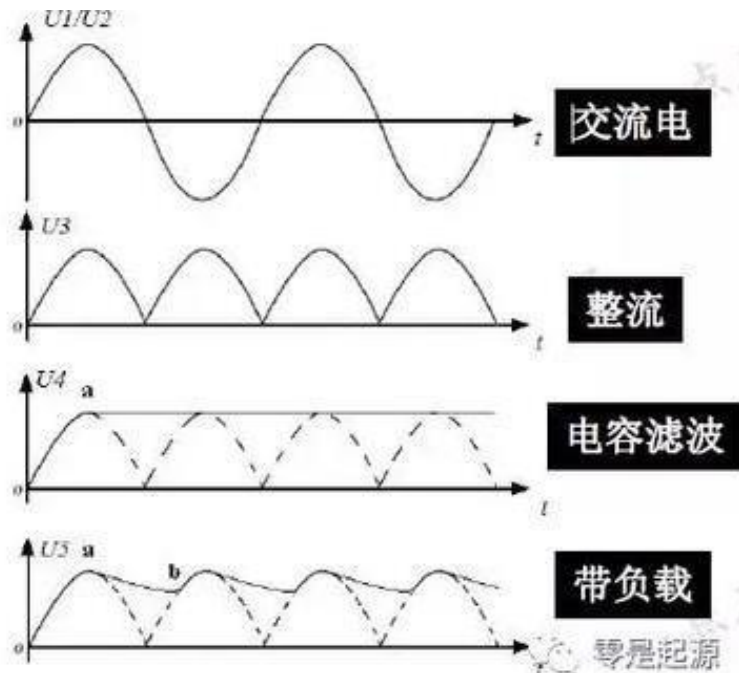
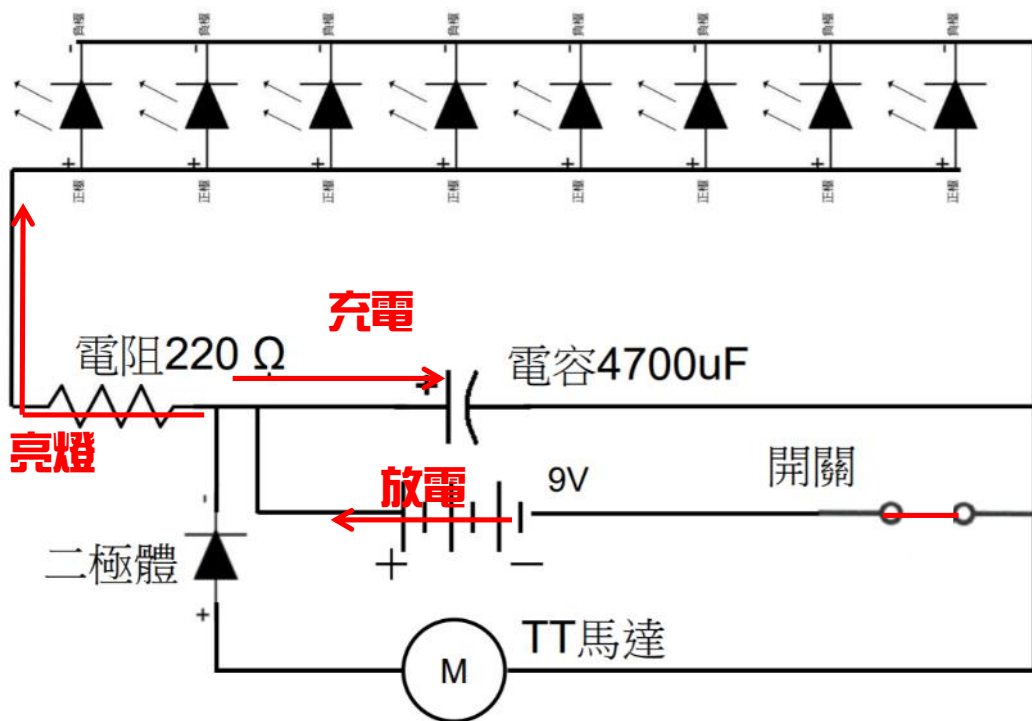
課本實作部分功能分析

◆ 2. TT馬達停，電解電容放電使LED延緩熄滅 (二極體避免電驅動馬達)



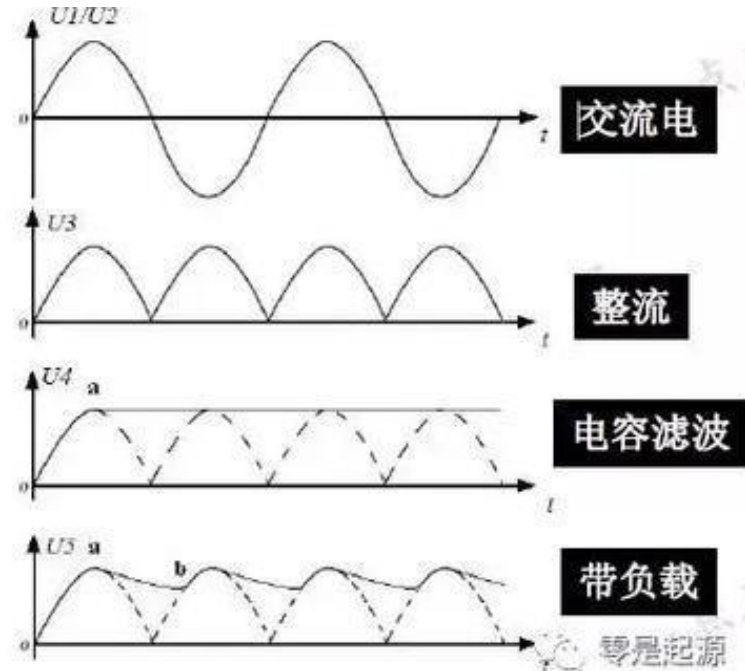
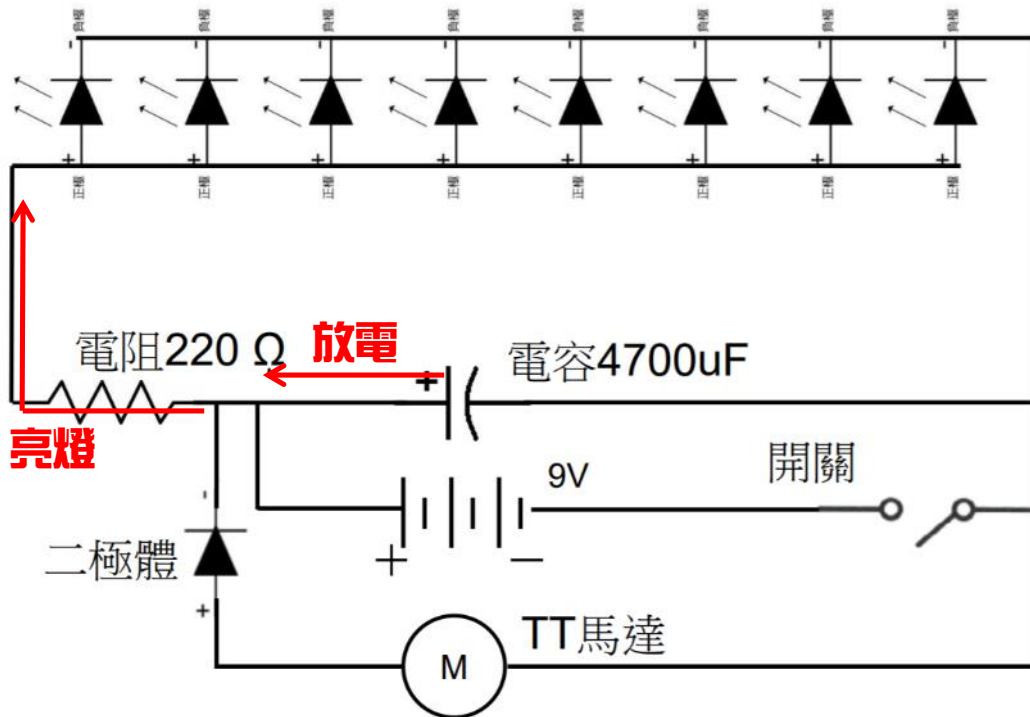
課本實作部分功能分析

◇ 3. 打開開關電池直接供電給LED亮燈，電解電容同時充電

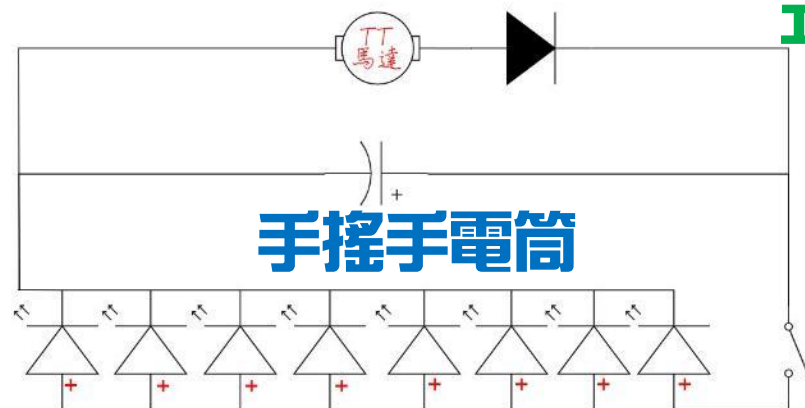
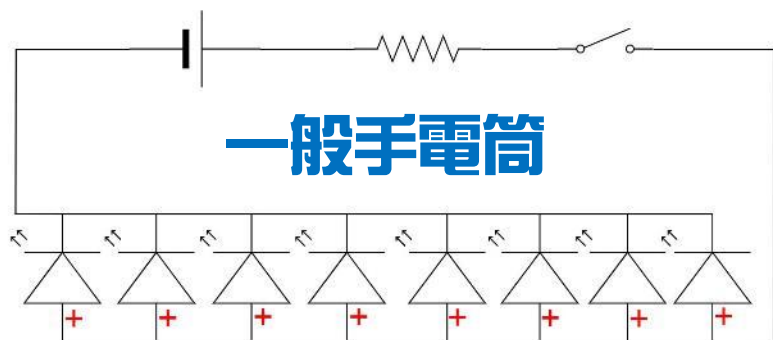


課本實作部分功能分析

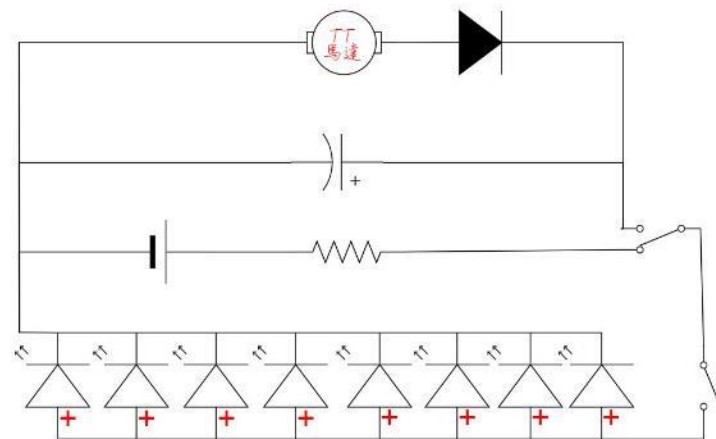
◆ 4. 關閉後延緩LED熄滅 (電容慢慢放電)



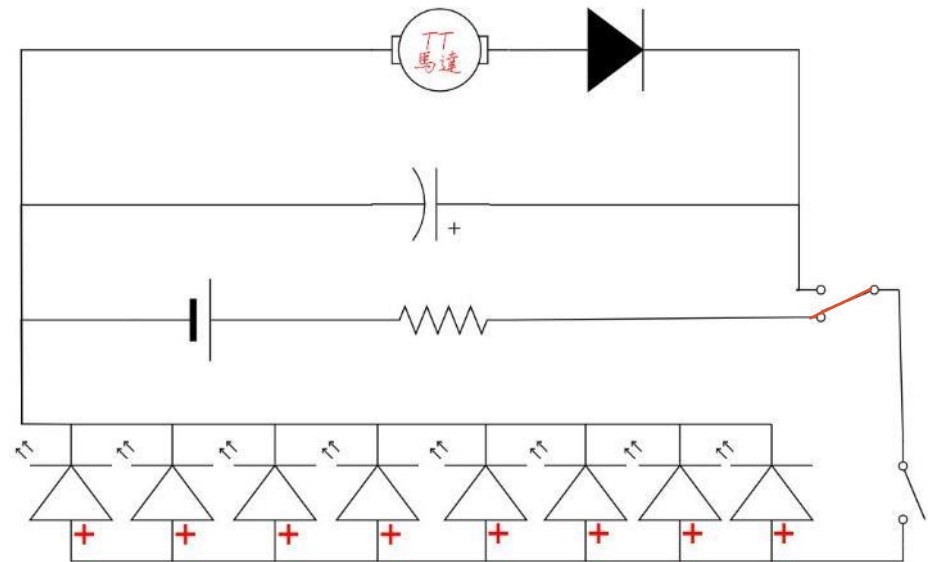
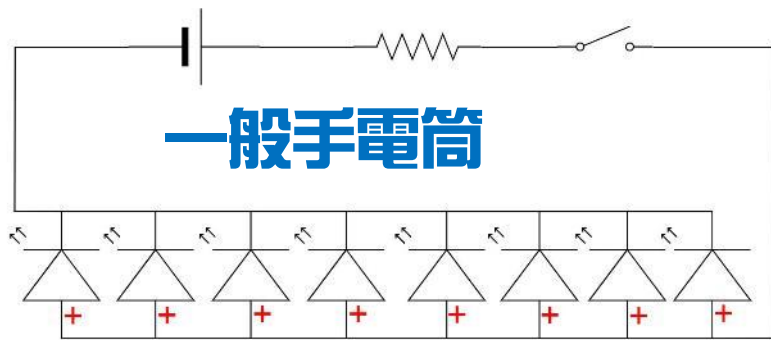
非專課程設計小組電路更新設計



整合成雙模
式切換

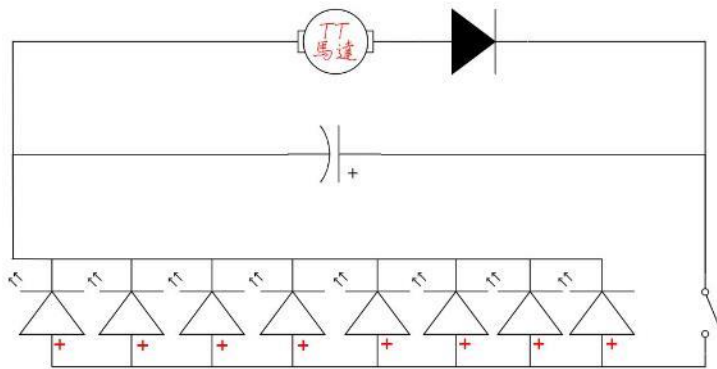


1. 3P2段搖頭開關切換 電池供電按鈕亮燈

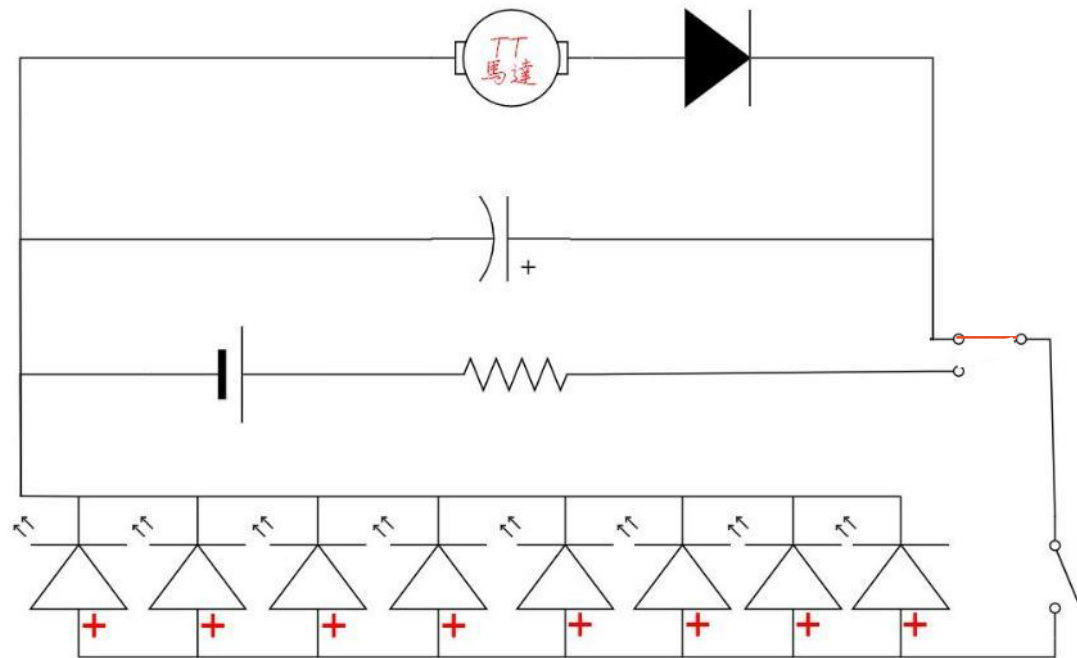


2. 3P2段搖頭開關切換

先對法拉(超級)電容充電，按鈕亮燈



手搖手電筒



實作介紹(請自行調整PPT)

共同製程

P61~78

馬達接線與開關製作

LED燈蓋製作



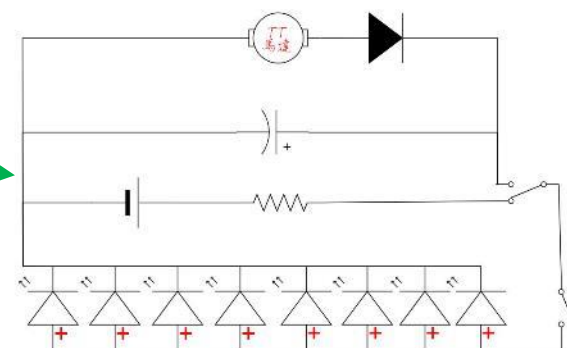
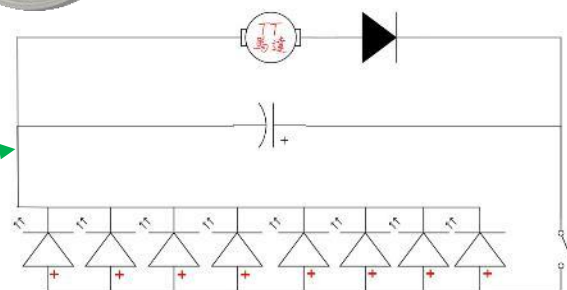
電路分級

純充電無電池

P79~86

雙模式切換

P87~102



實作共同製程-曲柄製作(無雷切)

- ◆ 1. 曲柄畫線 (長約6cm，寬約1cm)
- 2. 鑽孔 (2.5mm)
- 3. 銑洞 (TT軸用，長5mm)
- 4. 裁切 (磨圓角)

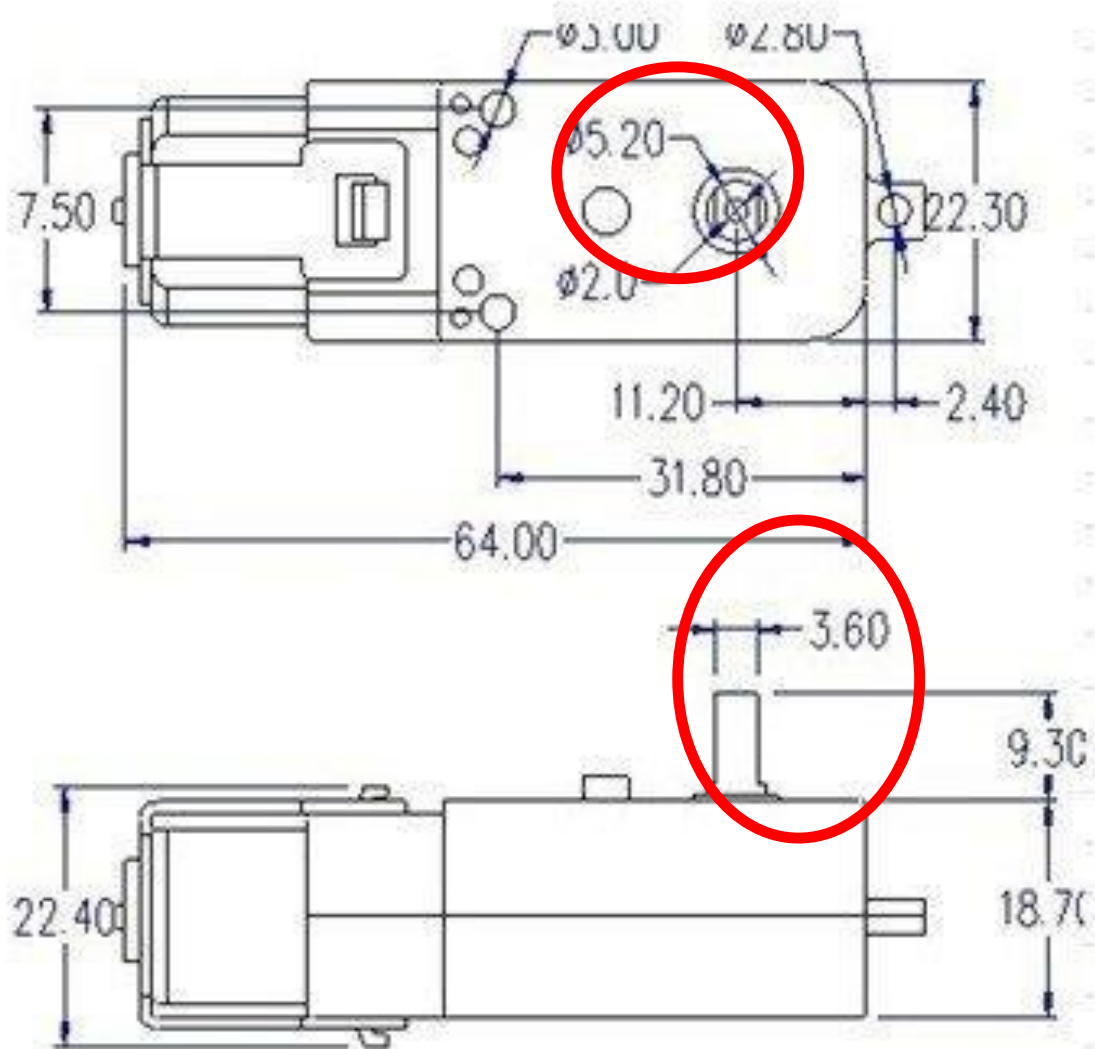


小型CNC用玉米刀(刀軸3.175)

leitognxue24



TT馬達尺寸

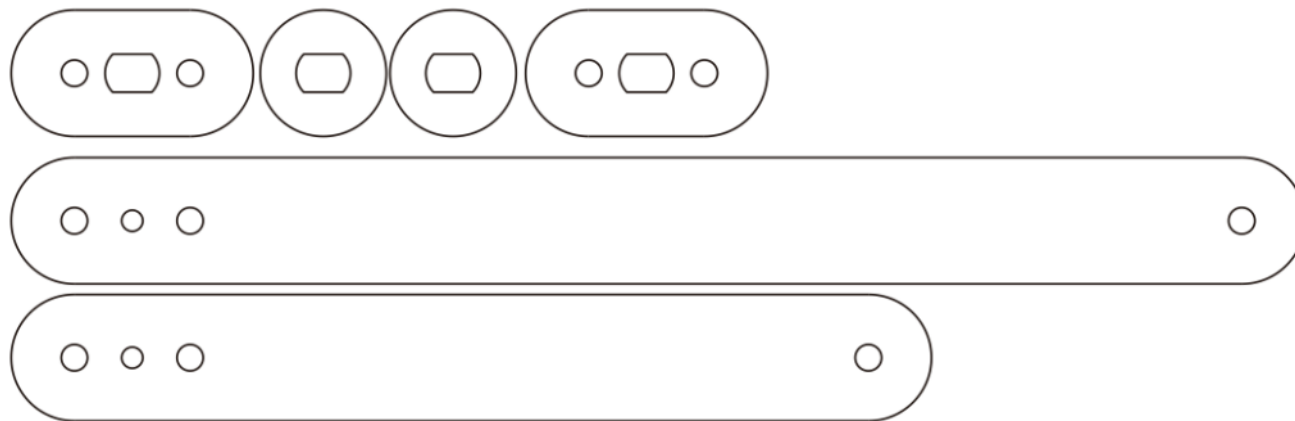


玉米刀銑T軸孔(善用輔具)



實作共同製程-曲柄製作(雷切)

- ◆ 1. M3*5mm螺絲二支
- ◆ 2. M2*10mm不銹鋼304圓頭帶墊自攻螺絲一支
- ◆ 3. 雷切檔



曲柄製作(雷切)步驟

- ◆ 1. M3*5mm螺絲二支(墊片自行選擇)



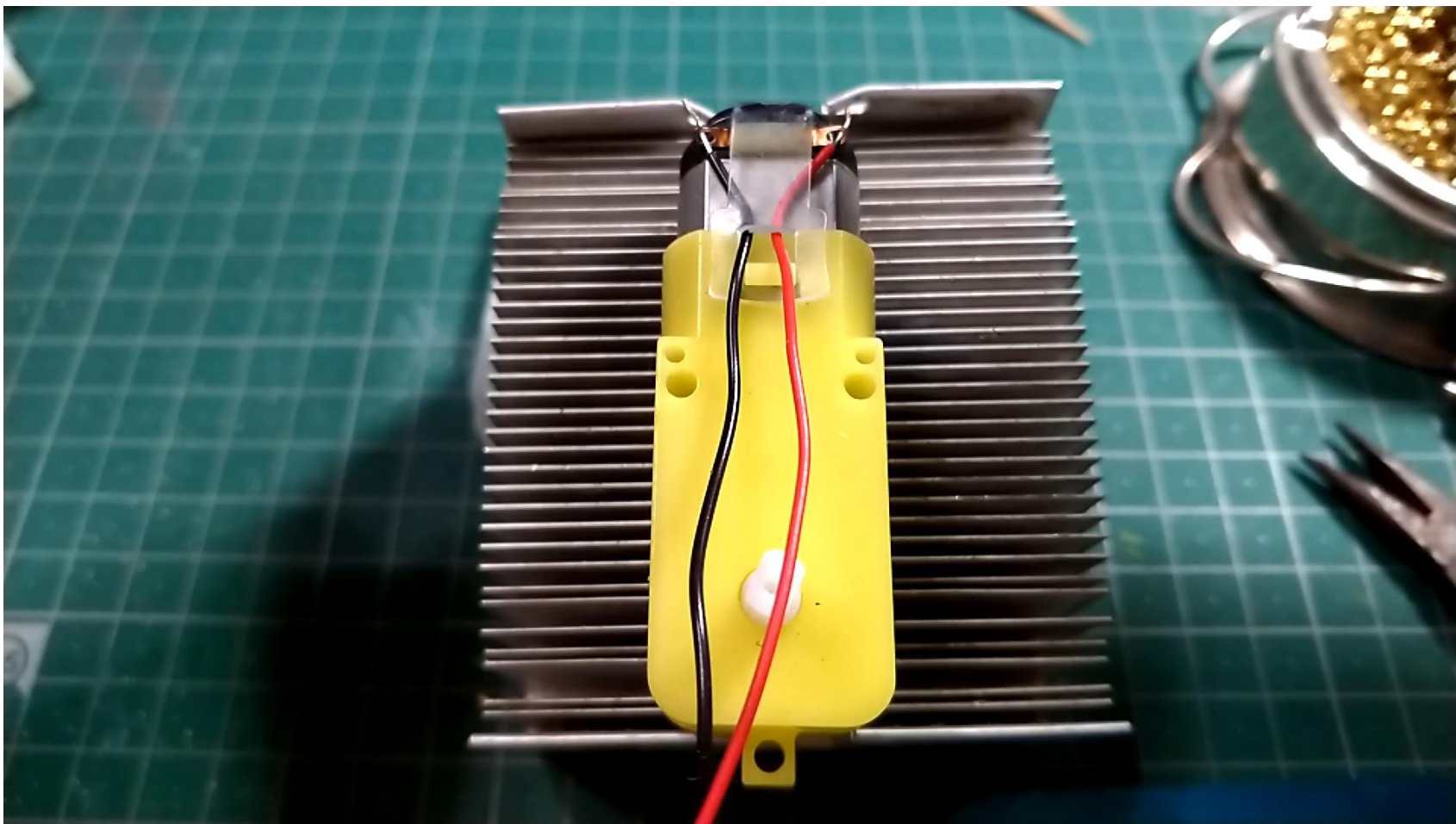
- ◆ 2. 竹籤用快乾黏合

實作共同製程- TT馬達銲接杜邦線

- ◆ 先確定旋轉方向(人體工學)與LED正負極，在馬達上用油性筆註記
- ◆ LED長腳處接紅線短腳接黑線

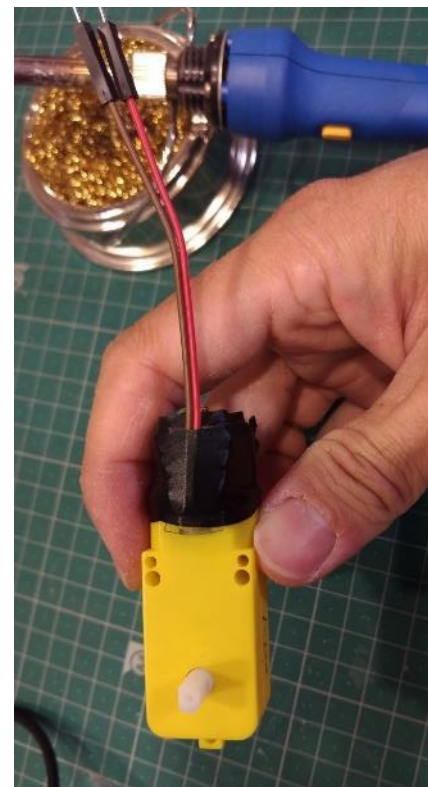


TT馬達銅片焊接



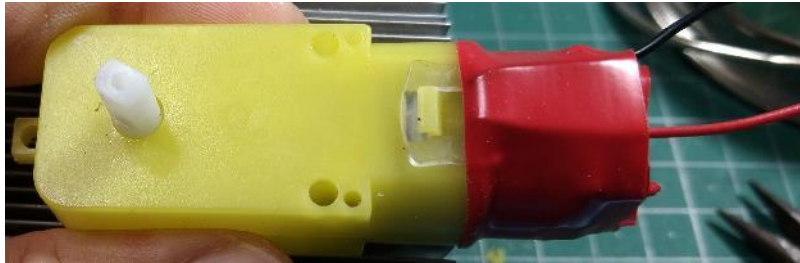
TT馬達絕緣膠帶固定

- ◆ 焊接完兩個點→電工膠帶纏3圈→電線反摺→再纏3圈

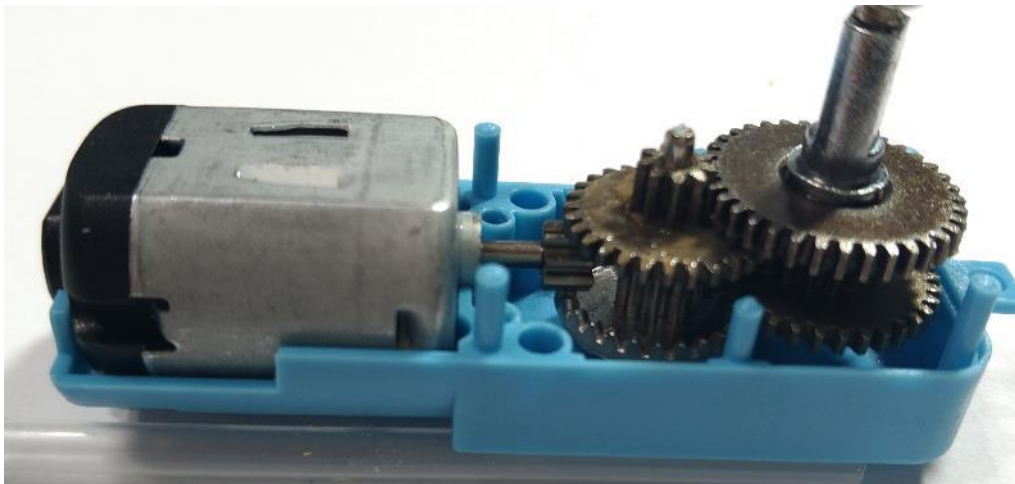


馬達選擇

- ◆ 塑膠齒 1:48 較不易崩齒(20元)



- ◆ 金屬齒1:90 發電效率較高(64元,須再加穩壓晶片)



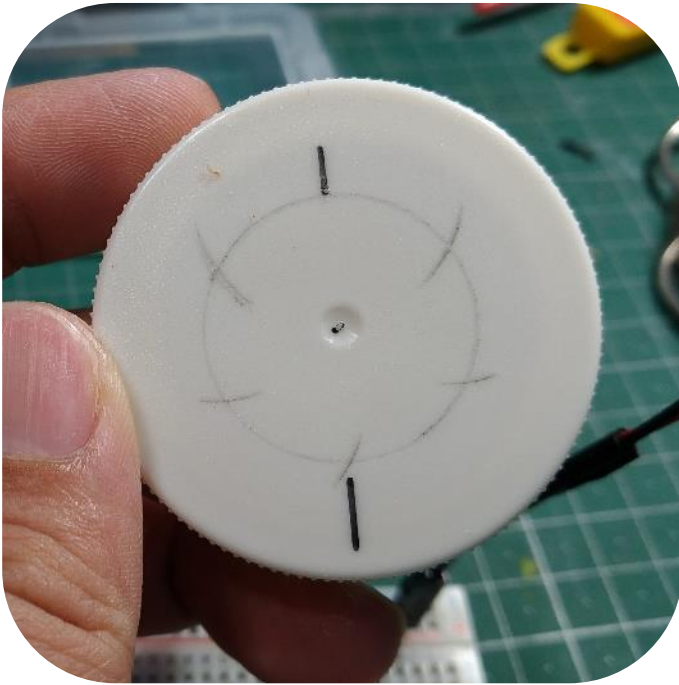
選擇容器

- ◆ 學生喝完飲料的容器即可，蓋子需為塑膠，直徑建議五公分以上，太小不好製作



蓋子製作-LED燈座

- ◆ 在上蓋畫出LED位置，共七個，孔徑5mm



容器規劃與鑽洞製作

- ◆ 規劃順手操作位置
- ◆ 容器鑽洞，7mm(按鈕開關)、6mm(搖頭開關)。
7mm與3mm(TT馬達)



TT馬達鑽洞

- ◆ TT馬達鑽洞軸6mm，螺絲3mm，由外部定位螺絲孔

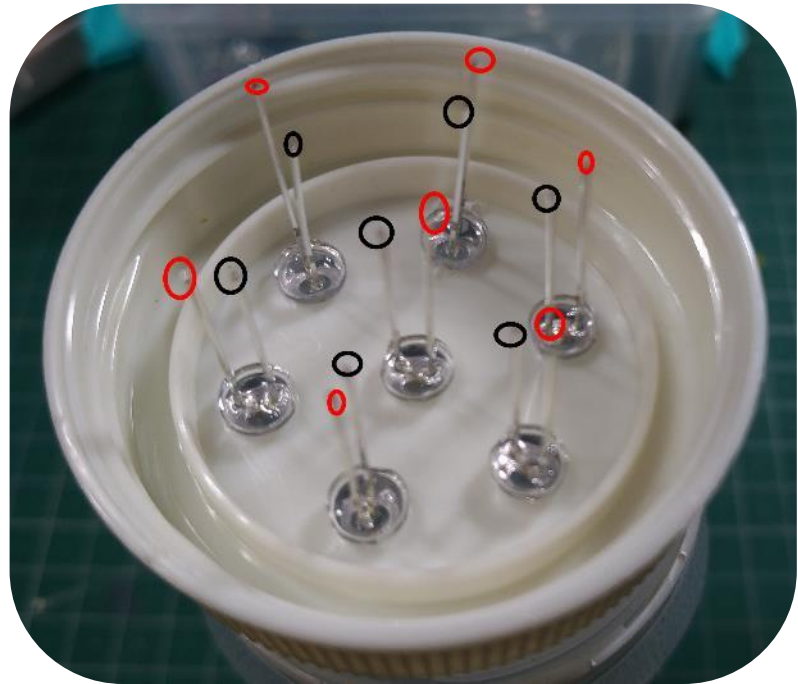


電子零件焊接輔助

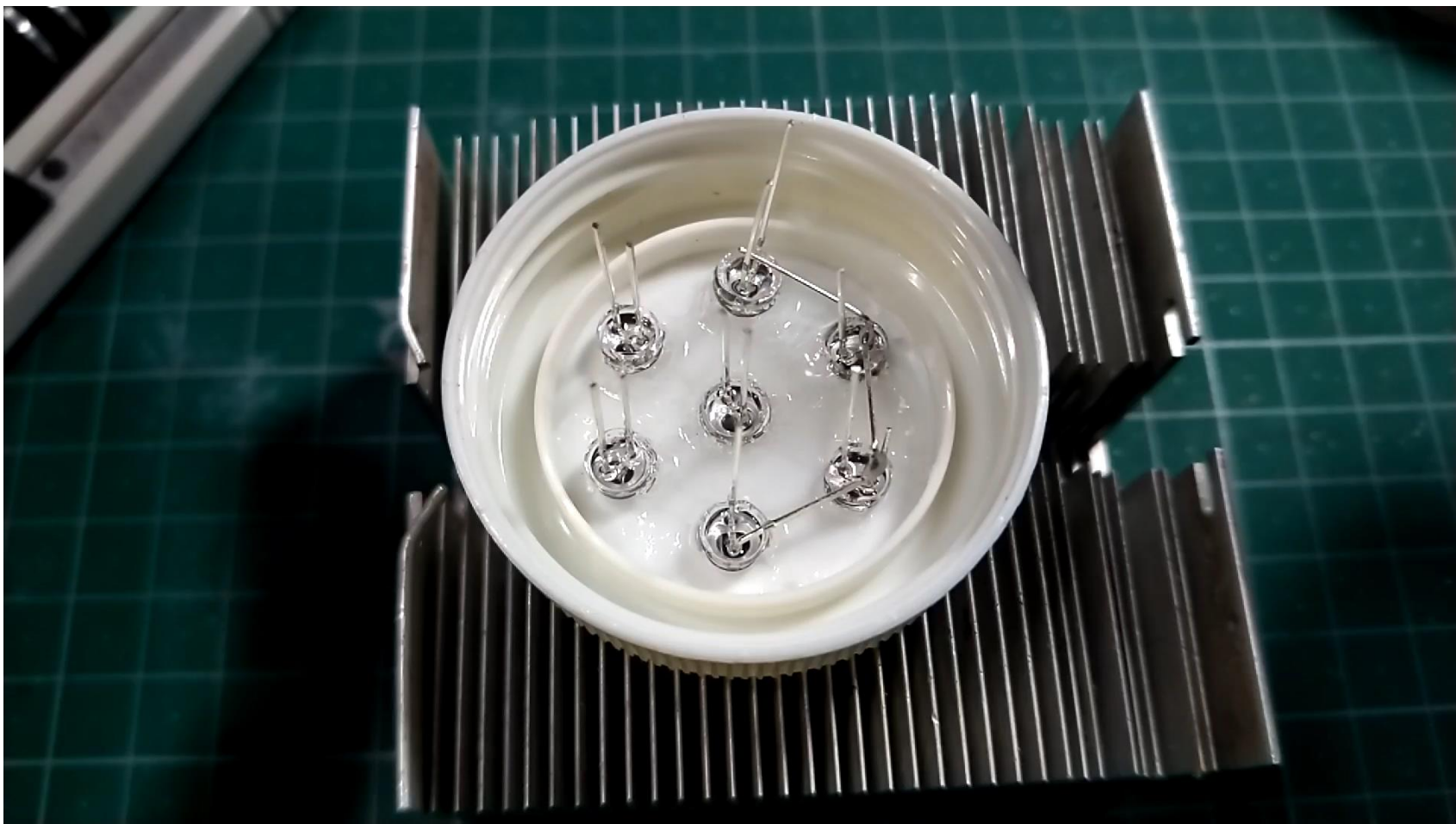


蓋子LED燈排列

- ◆ 安裝LED燈，外側正極，內側負極，放射狀排列

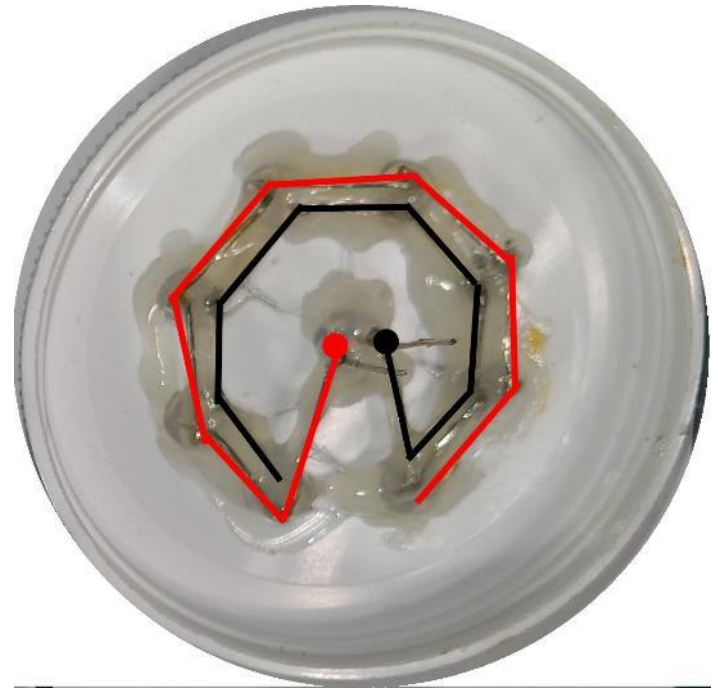


焊接技巧(影片)

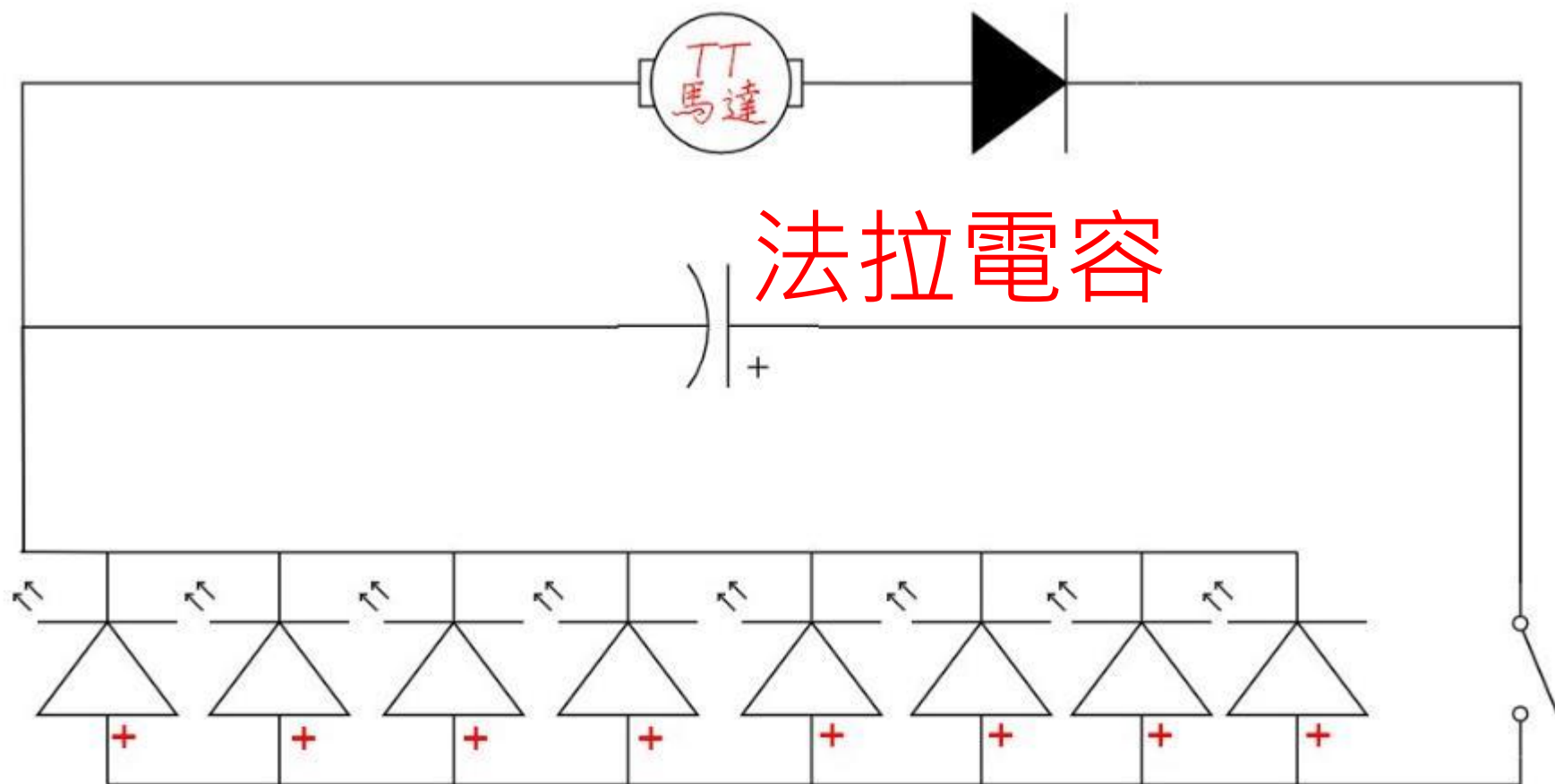


焊接LED燈

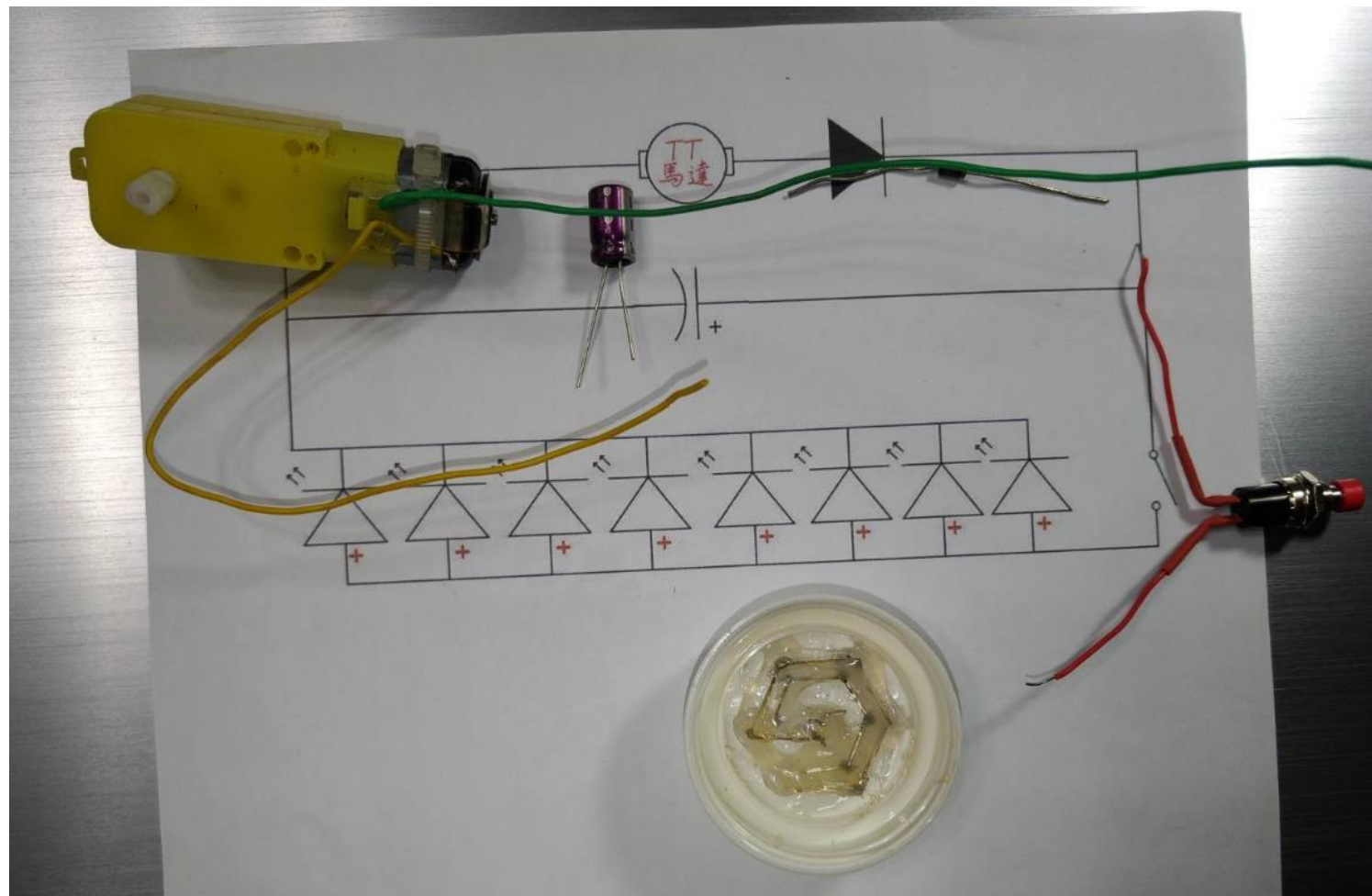
- ◆ 依序焊接(外圈正(長腳)、內圈負(短腳))，焊完上熱熔膠絕緣，只留下正中間一長一短腳



實作一-手搖發電手電筒(純手搖)

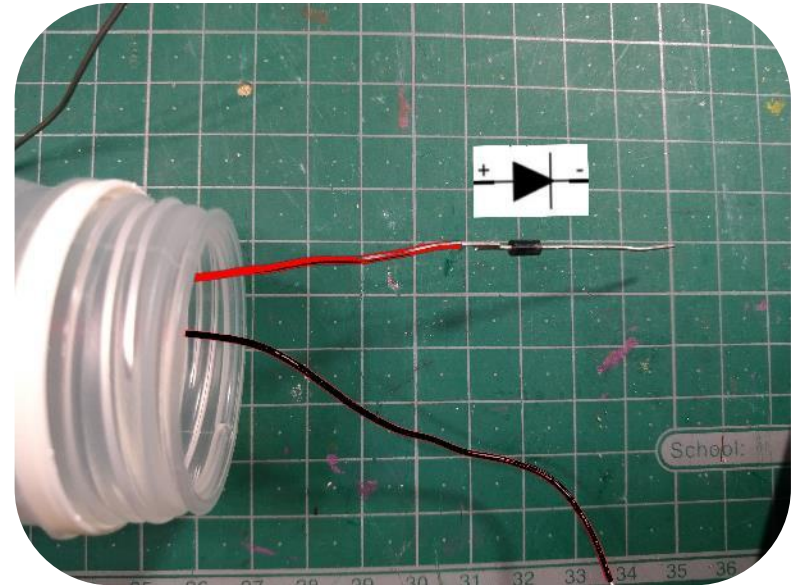


其他零件相對位置



焊接各零件-安裝馬達

- ◆ 安裝馬達(鎖螺絲)，確認馬達要正轉還是反轉，決定正負極的線(圖片中黑為負，紅為正)
- ◆ 焊接二極體(二極體上有標示銀線)



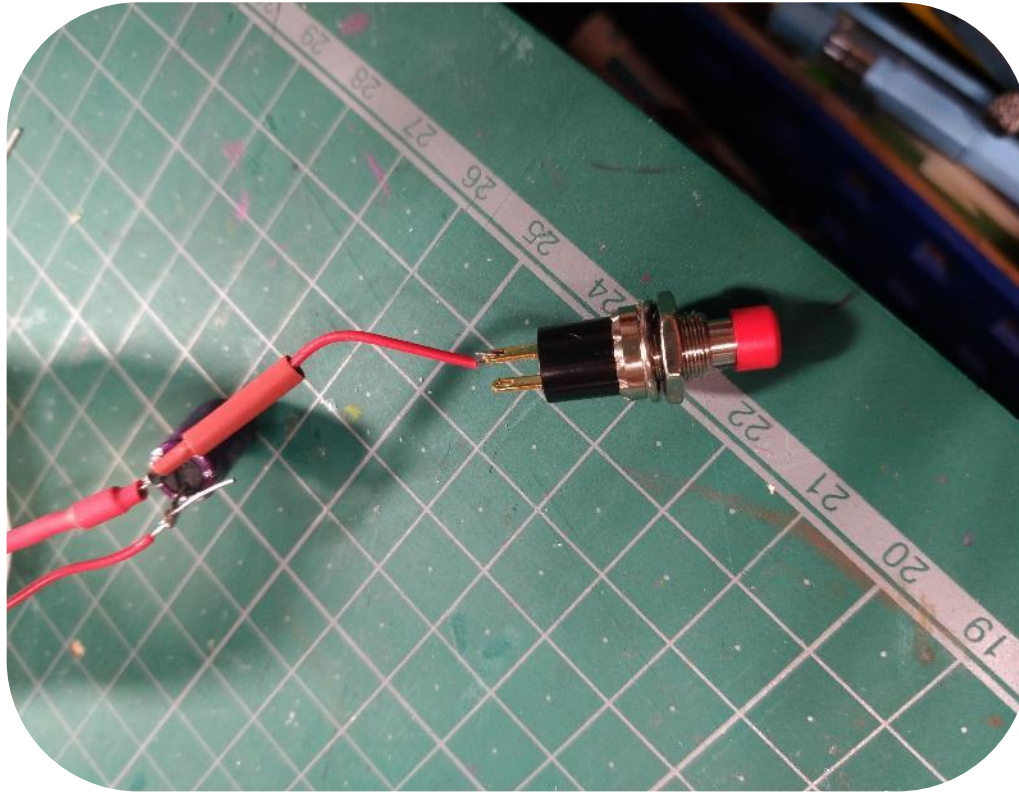
焊接各零件-安裝電容

- ◊ 電容正接正，負接負，上熱縮套



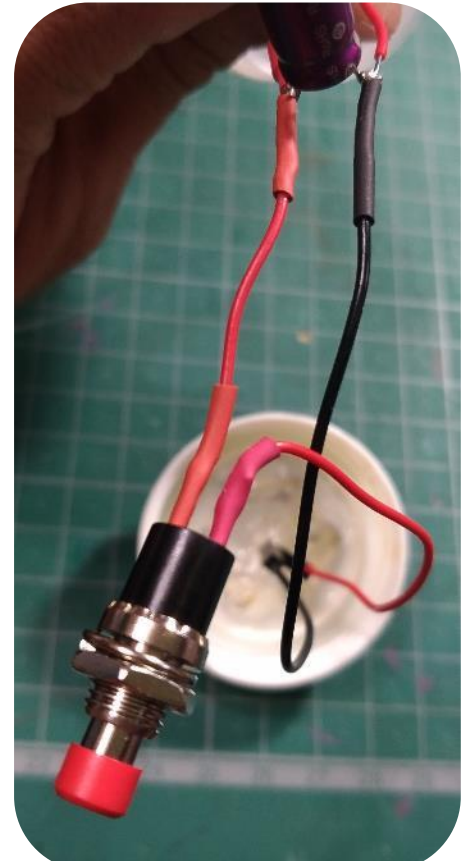
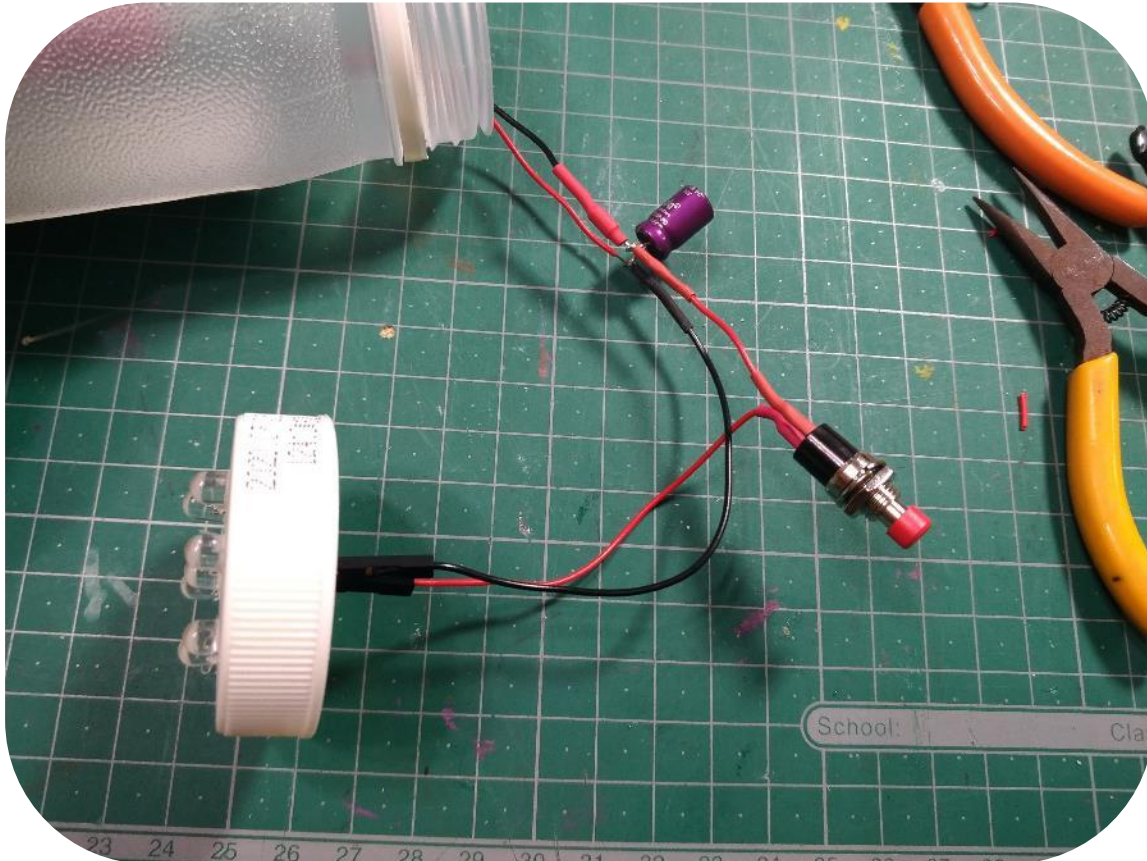
焊接各零件-安裝開關

- ◆ 正極接開關，上熱縮套(思考一下順序)



焊接各零件-安裝上蓋

- ◆ 電容負極接LED負極，開關另一頭接LED正極，上熱縮套



完成組裝，測試修正

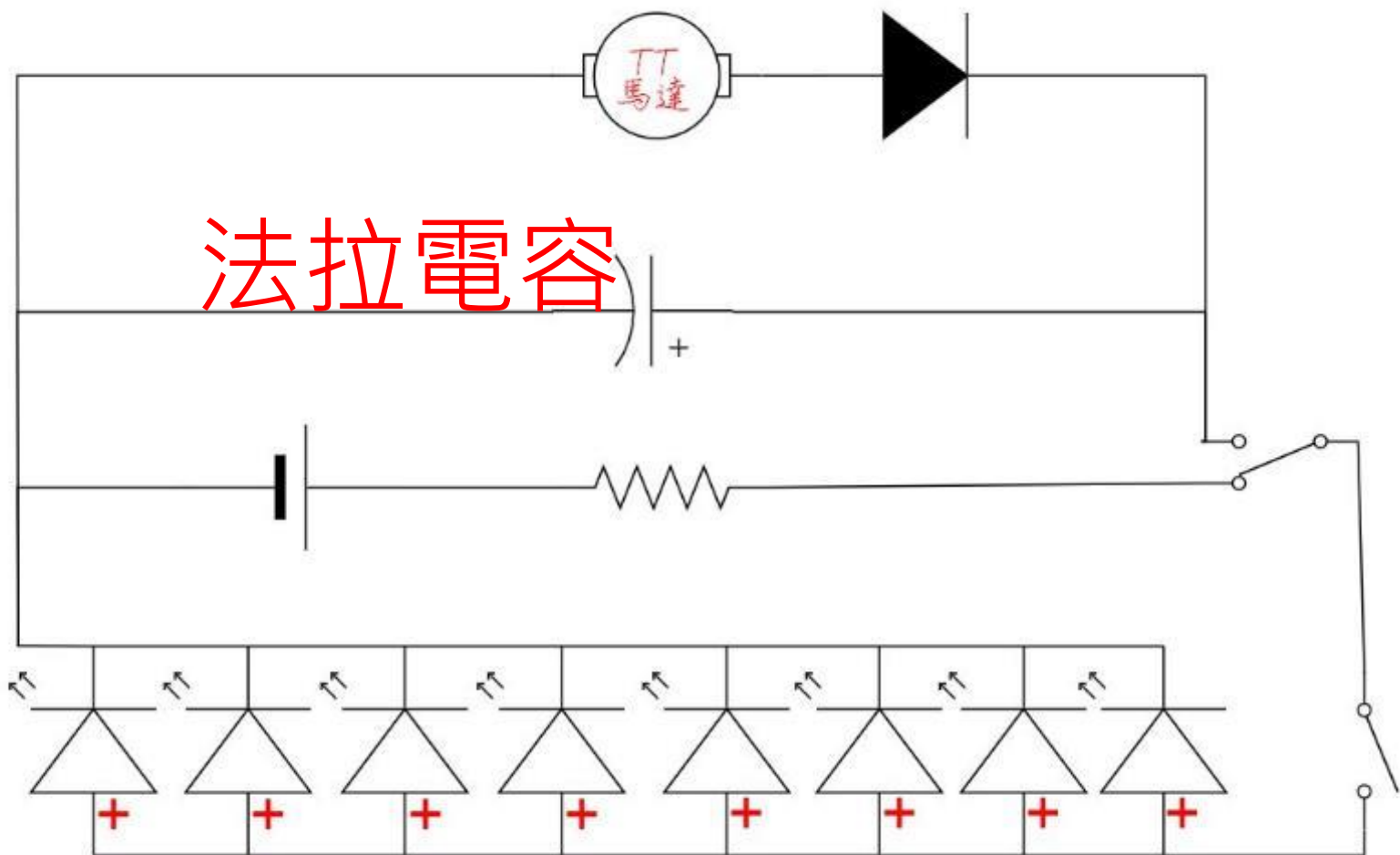


手搖曲柄

- ◆ 上快乾(注意方向以免流向齒輪)或是鎖螺絲



實作二-手搖發電手電筒(電池+手搖)



規劃容器個物件相對位置

按鈕開關
(操作LED亮
暗順手)



搖頭開關
(切換模式)

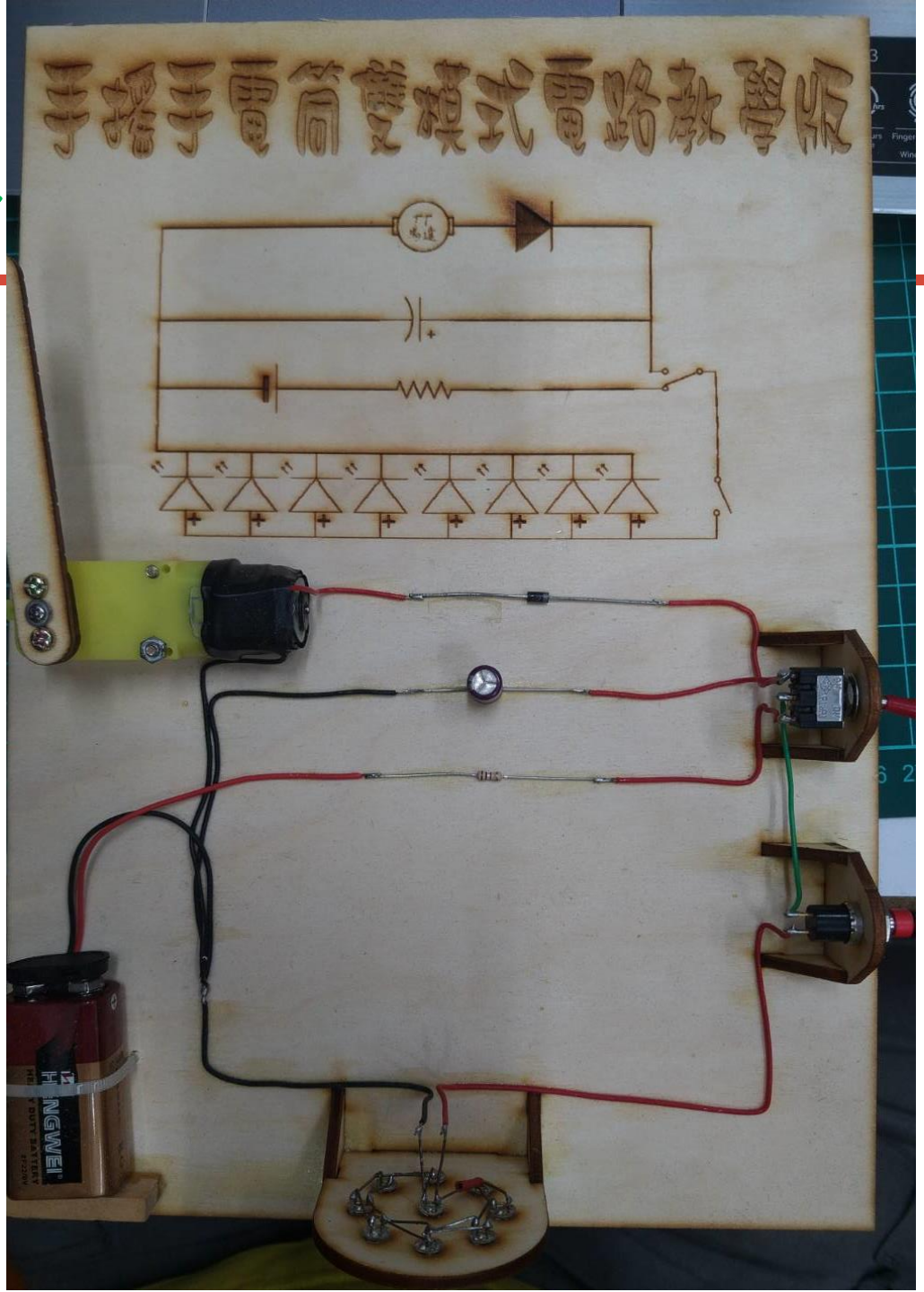
手搖曲柄
(馬達可塞
入瓶內)

規劃容器個物件相對位置，鑽孔

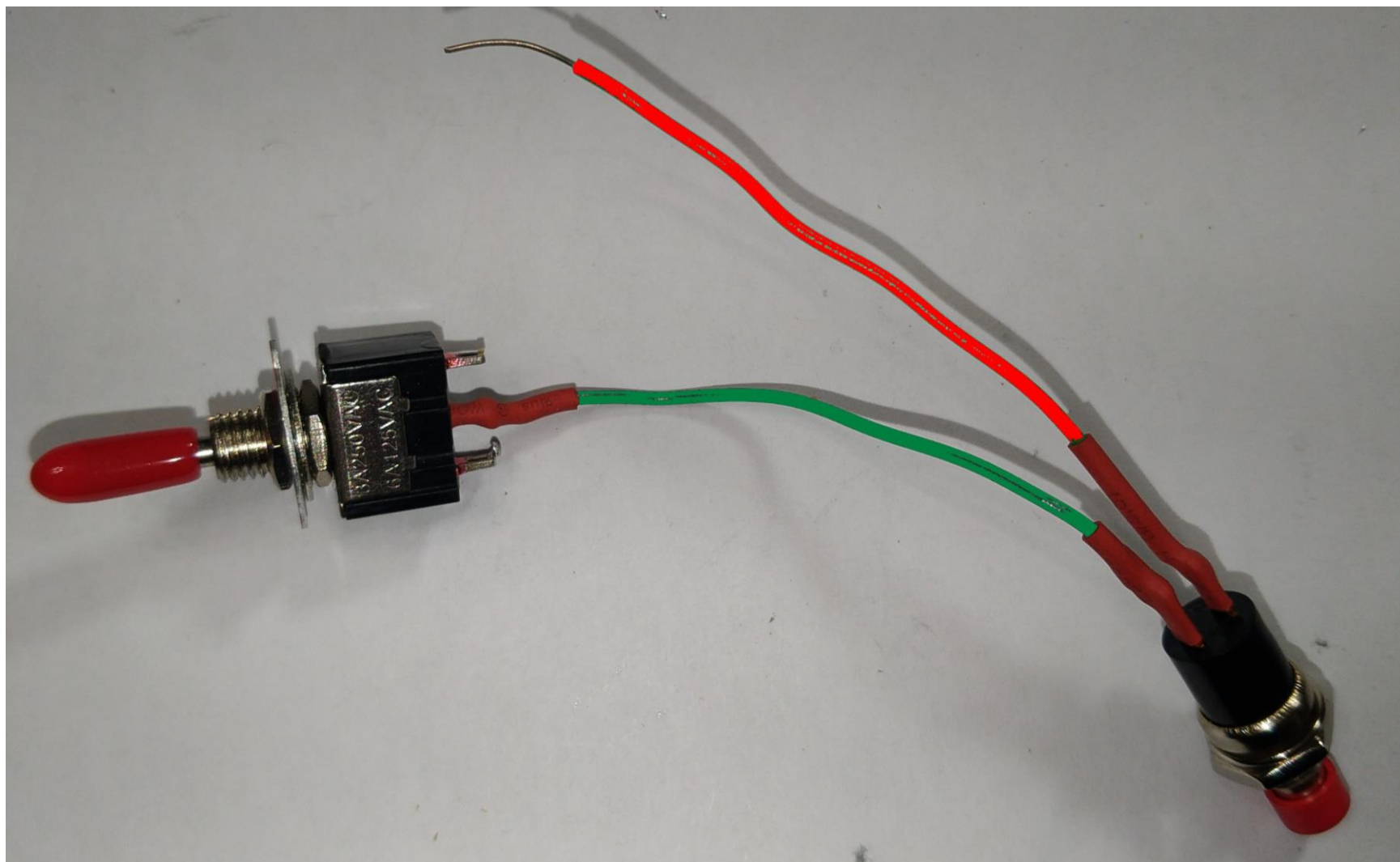
- ◇ TT軸 7mm、3mm
- ◇ 搖頭開關6mm
- ◇ 按鈕開關7mm



完整電路教學版

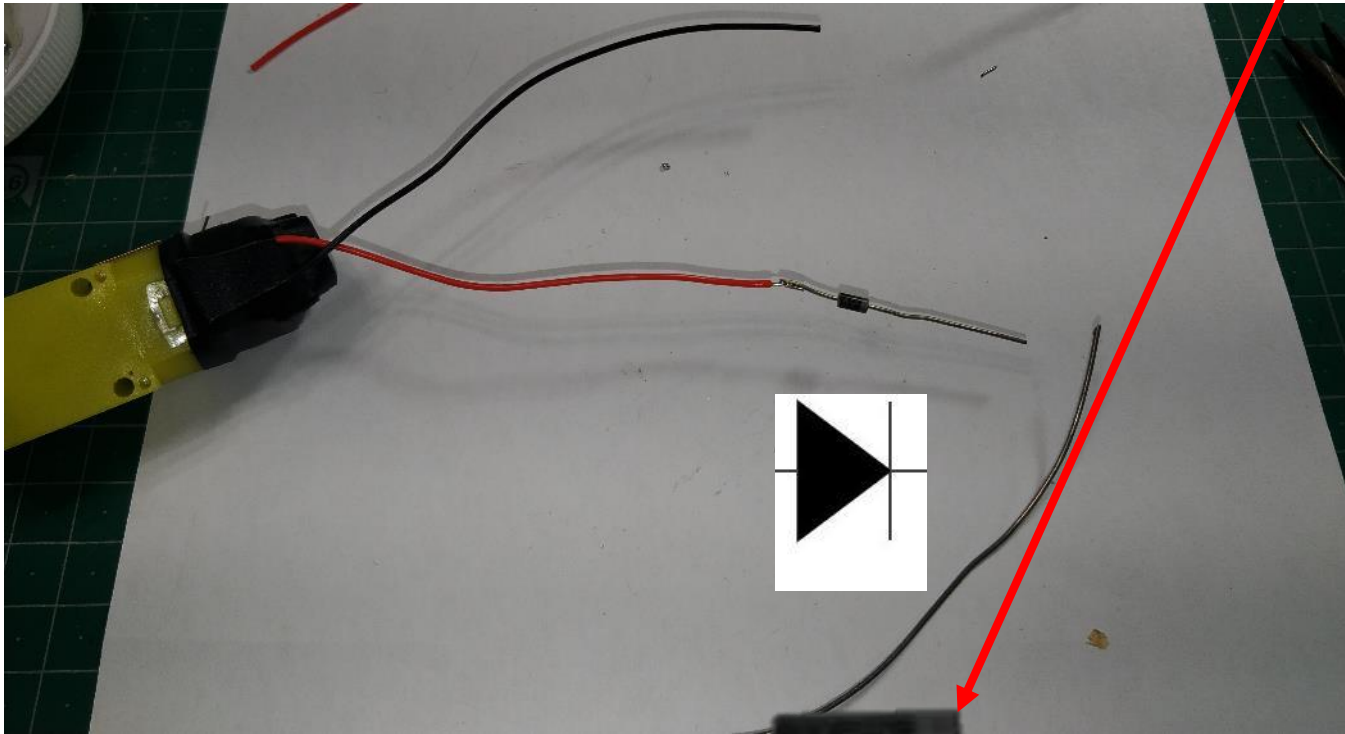


搖頭開關中間腳位接按鈕開關任一腳位，上熱縮膜(思考順序)

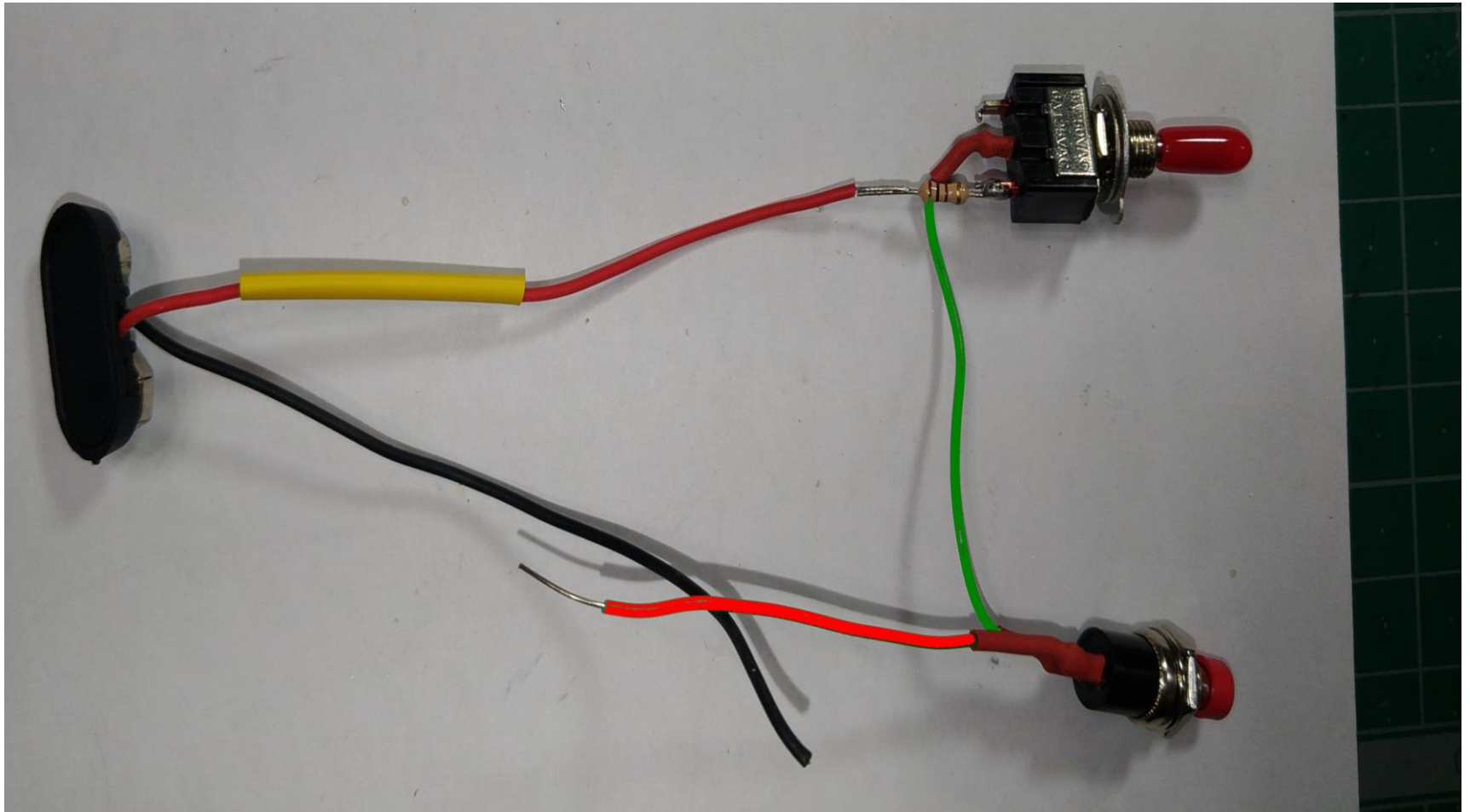


馬達紅線接二極體

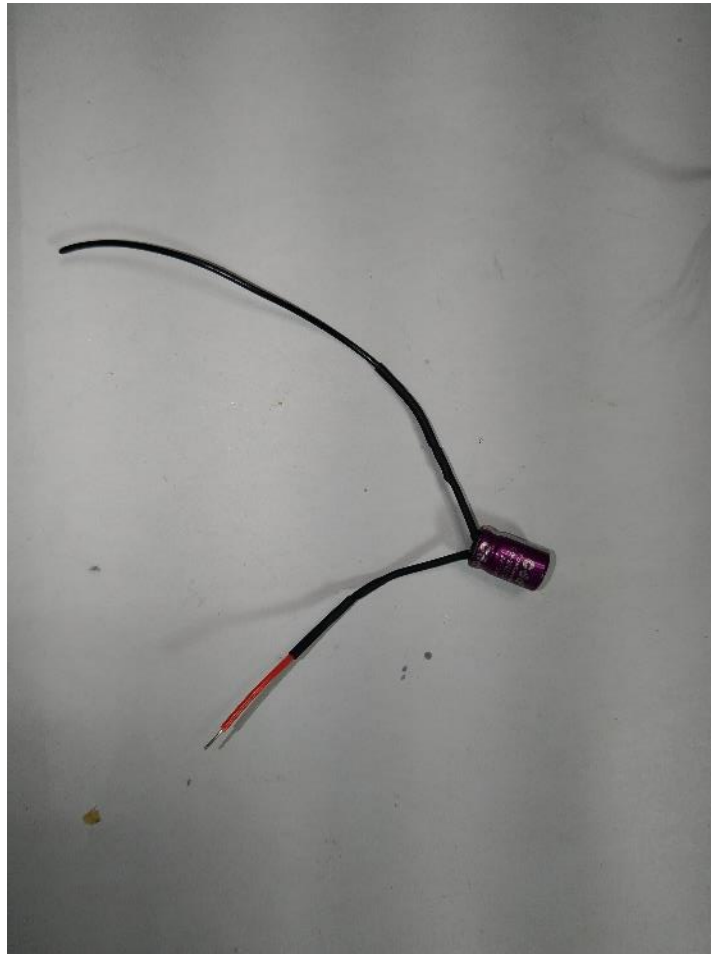
- ◆ 焊接二極體於馬達紅線(二極體上有標示**銀線**)



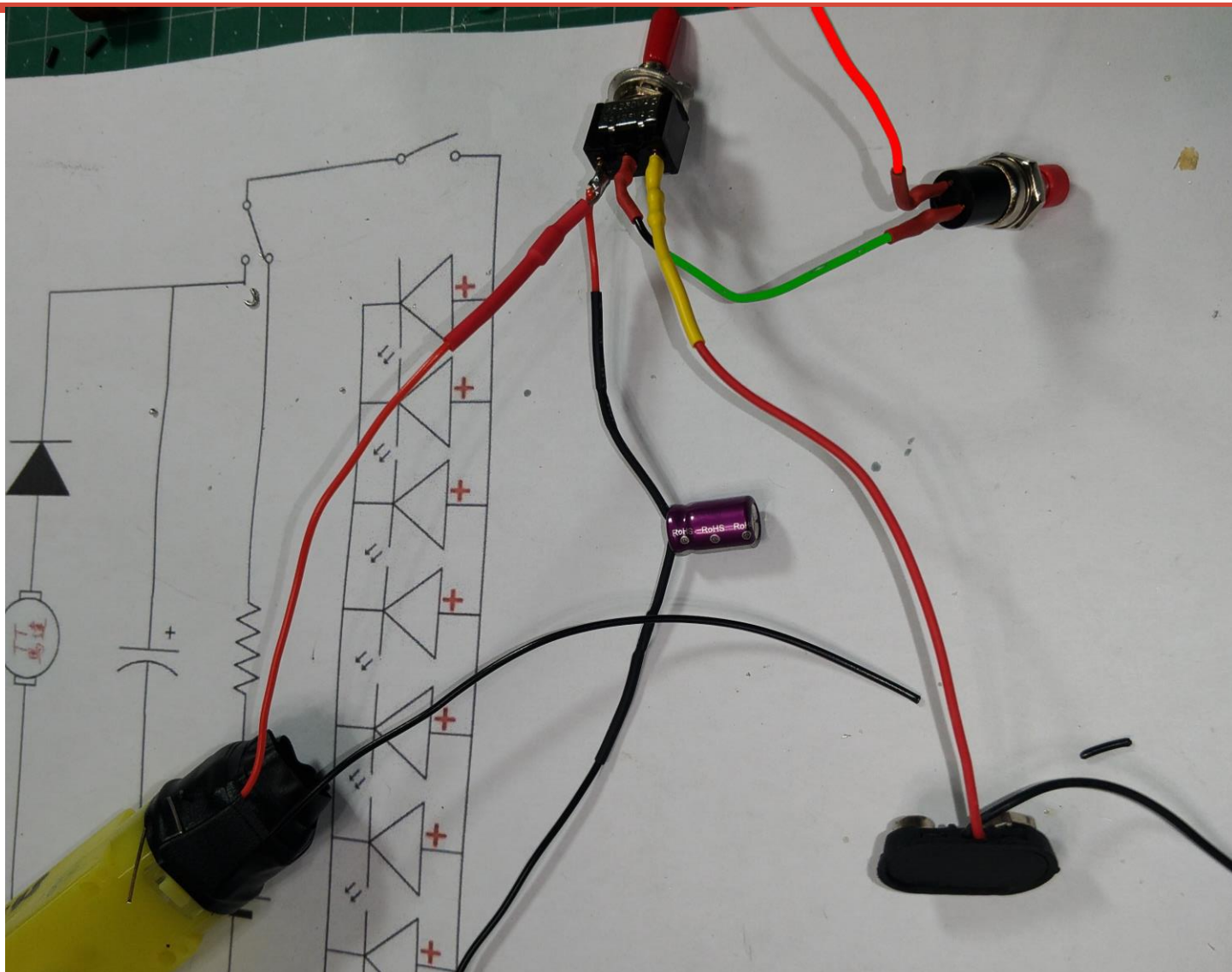
電池正極、電阻、搖頭開關外側腳位，上熱縮膜(注意順序)



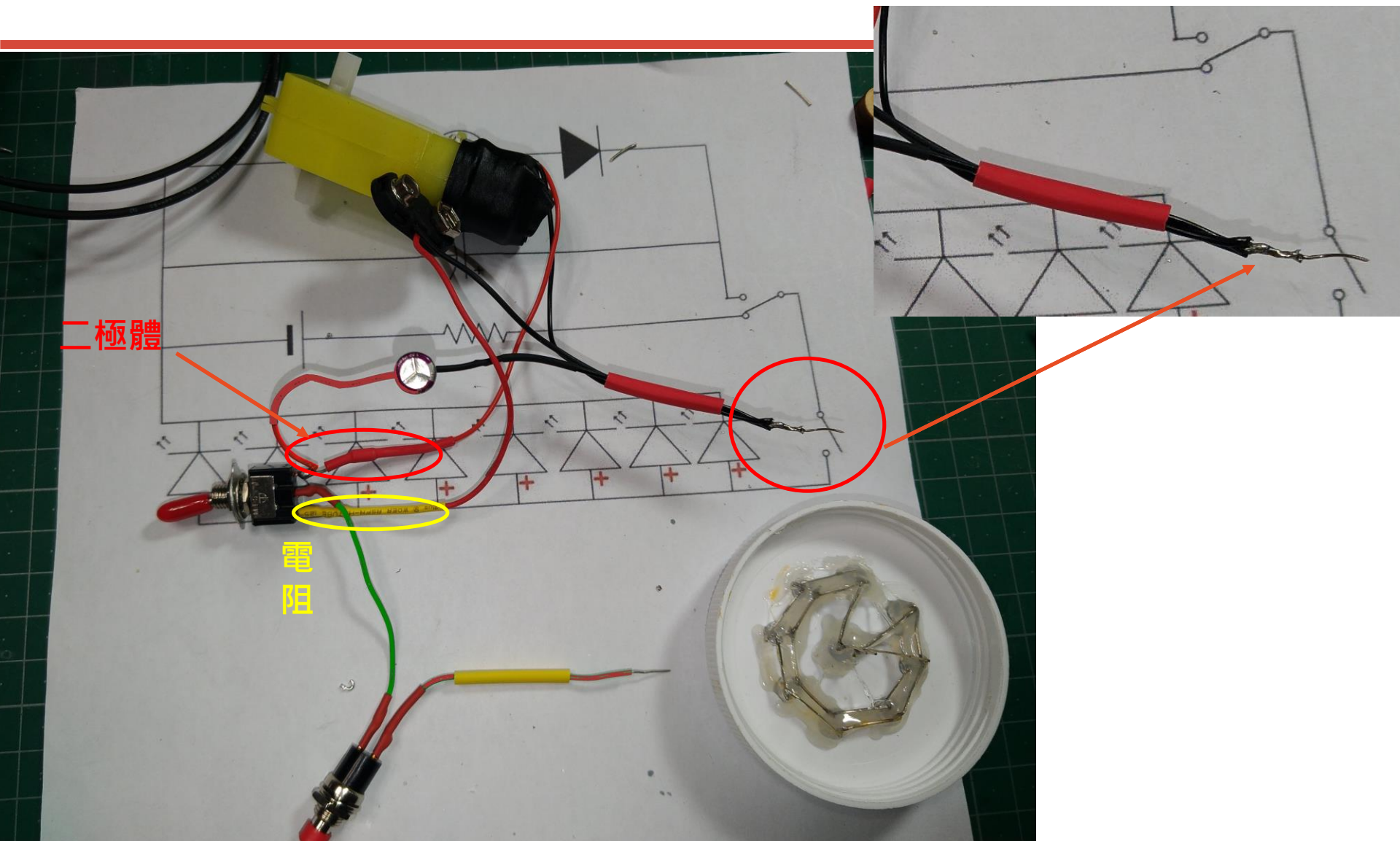
超級電容腳位用單心線延長，長腳 接紅、短腳接黑



馬達紅線(二極體)與超級電容紅線 接搖頭另一側



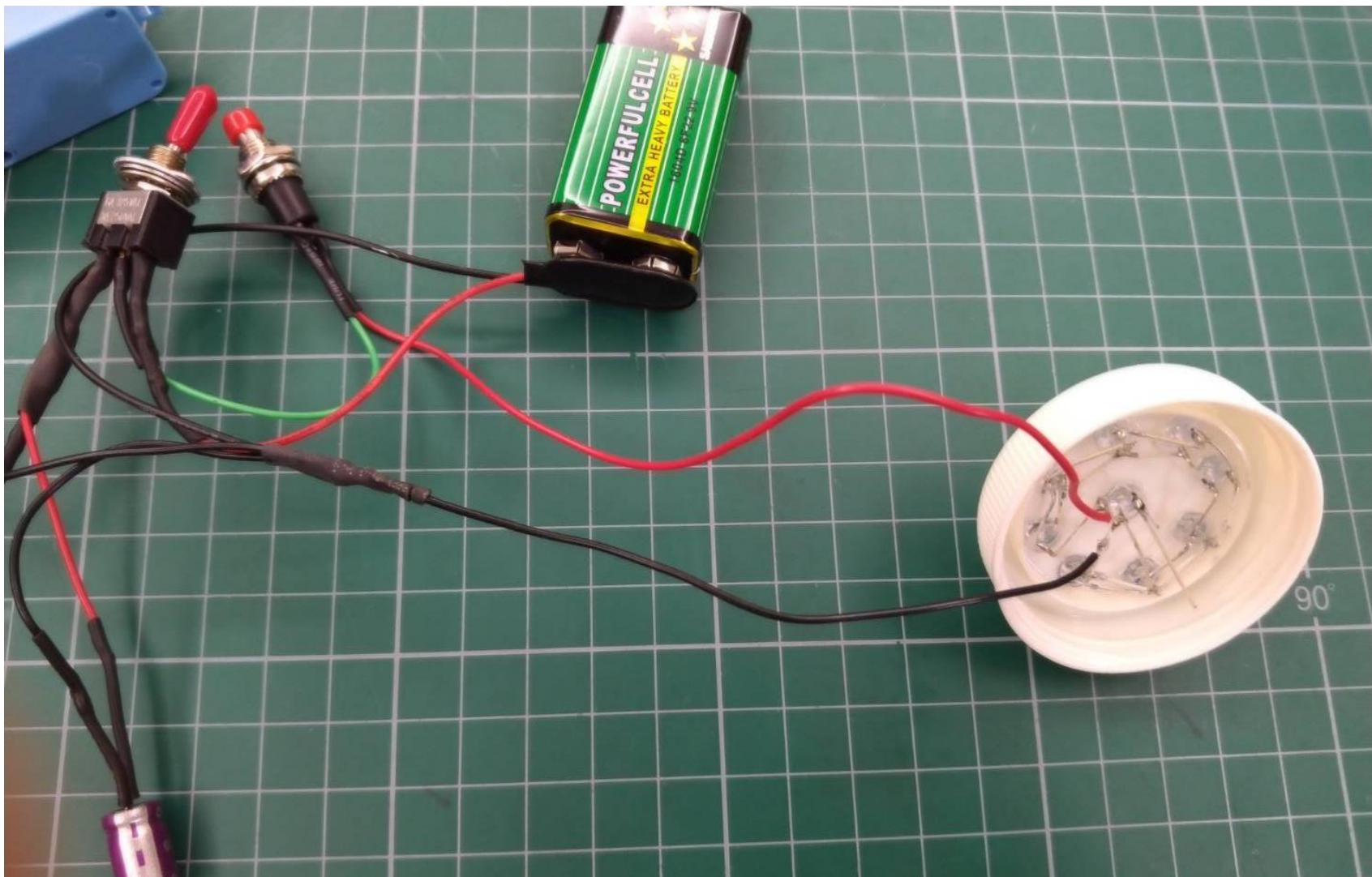
三條黑線焊接在一起



二極體

電阻

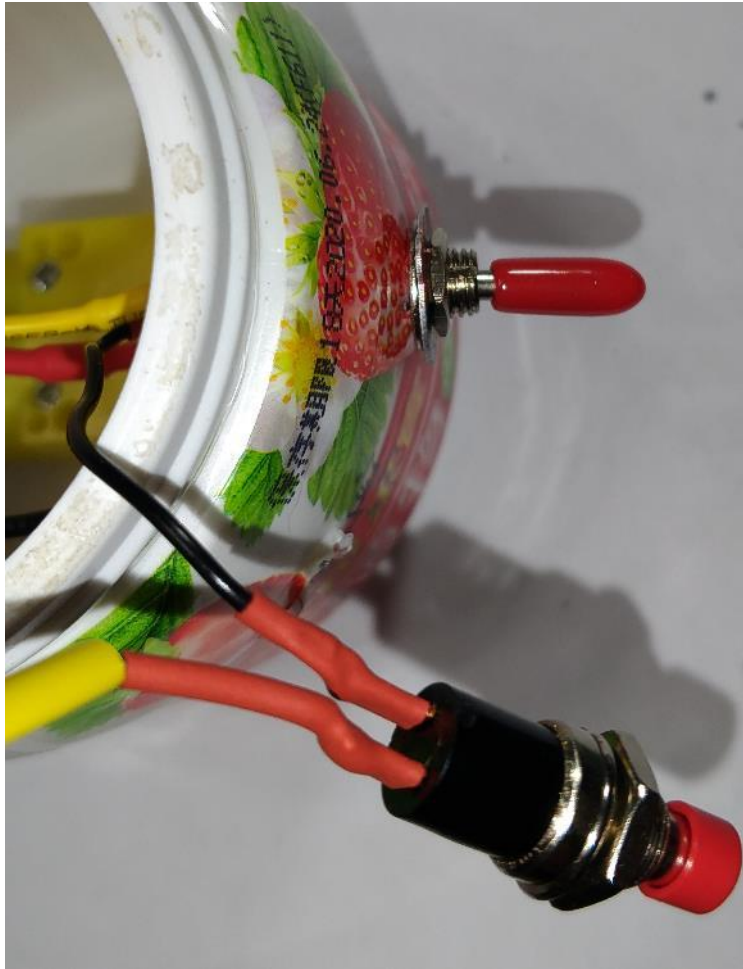
三黑接LED短、另一條接LED長 (先套熱縮膜再焊)



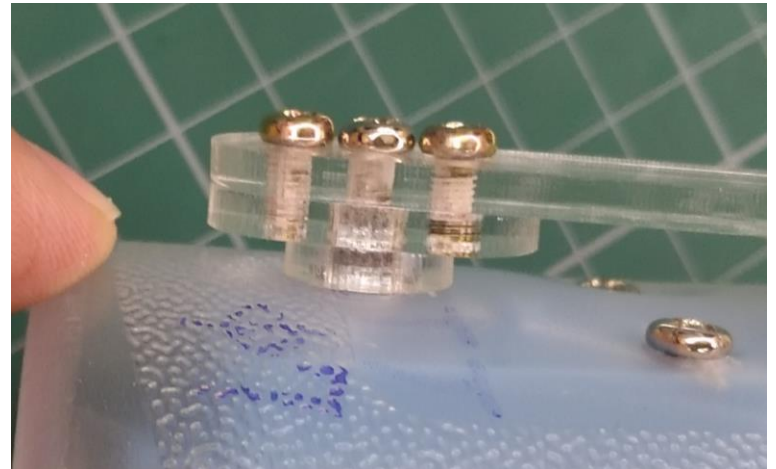
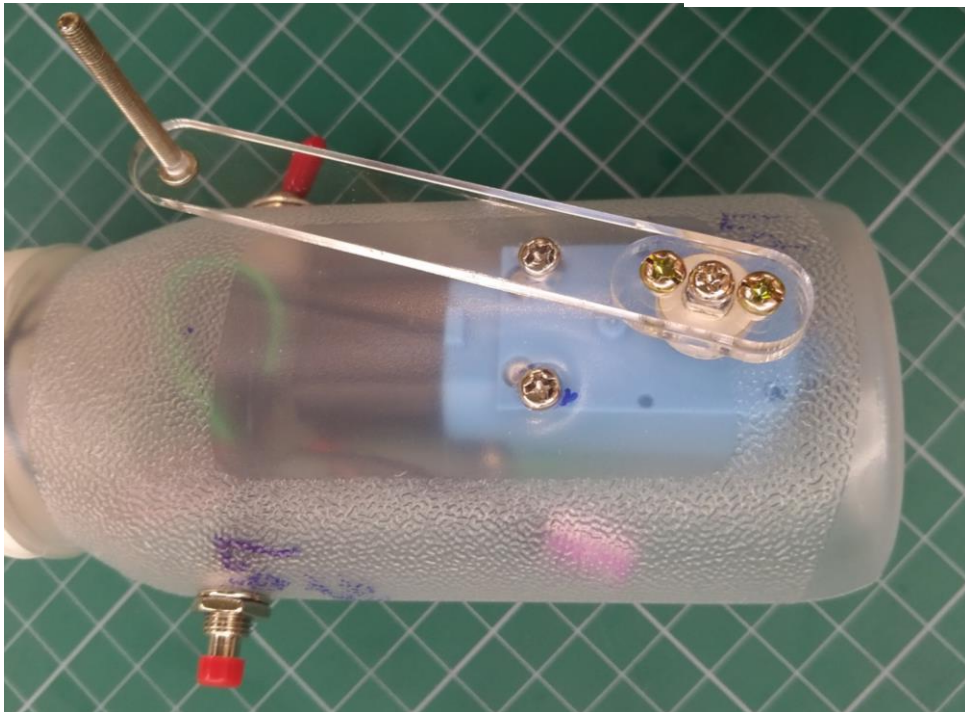
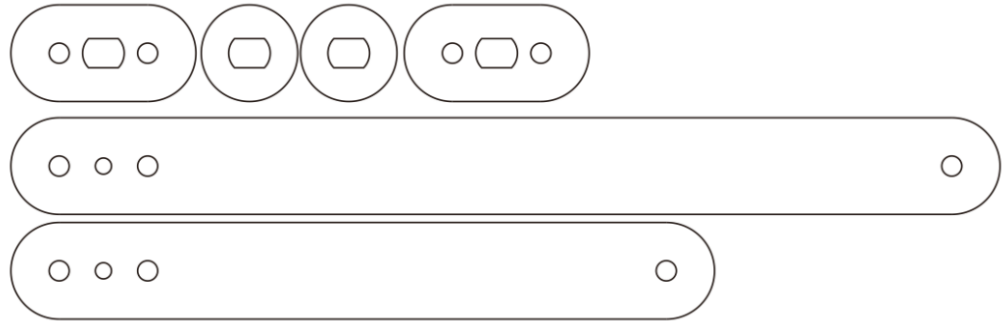
馬達定位鎖螺絲 (M3. 5*10 自攻螺絲)



搖頭開關與按鈕開關依序定位 (全部由內往外)



安裝曲柄完成實作(金屬齒TT馬達)



安裝曲柄完成實作(塑膠齒TT馬達)



功能測試操作(影片)



