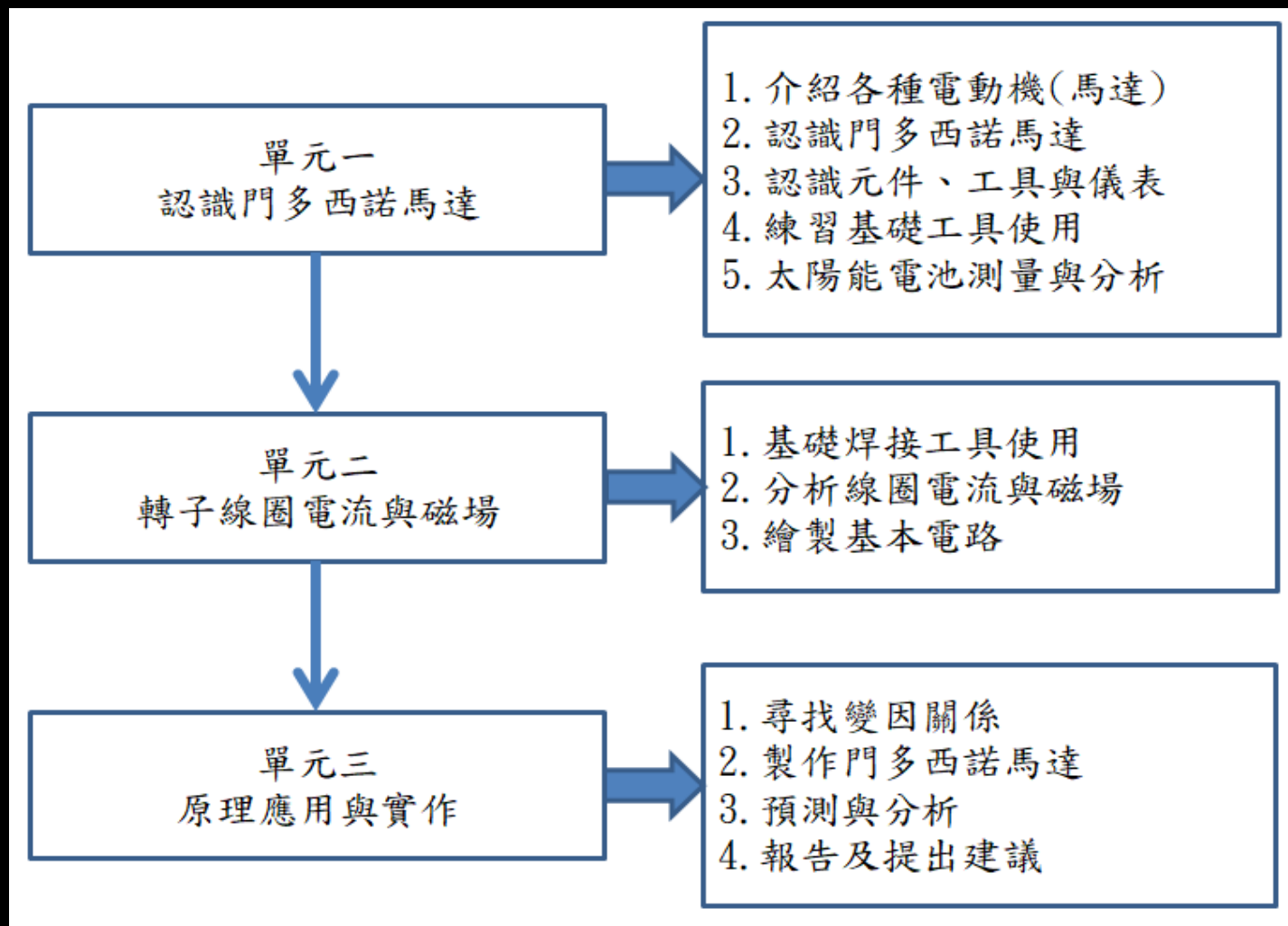


# 門多西諾馬達 探究與實作

報告人：內湖高工 葛士瑋老師



# 課程設計架構圖



# 各種馬達電動機

- 簡易電動機：  
法拉第單極馬達
- 課本教的電動機：  
直流電動機、交流電動機
- 應用的電動機：  
小馬達(軌道車)、無刷馬達、電風扇(AC、DC)

# 太陽能電池

- 內光電效應

光照射到半導體或絕緣體的表面時，使物體內部的受束縛電子受到激發，從而使物體的導電性能改變。

前述太陽能板(可視為PN接面)，由於照光生成電子、電洞的運動而積累電荷於半導體內部（材料兩極），即產生電位差(電壓)。

# 測試太陽能電池

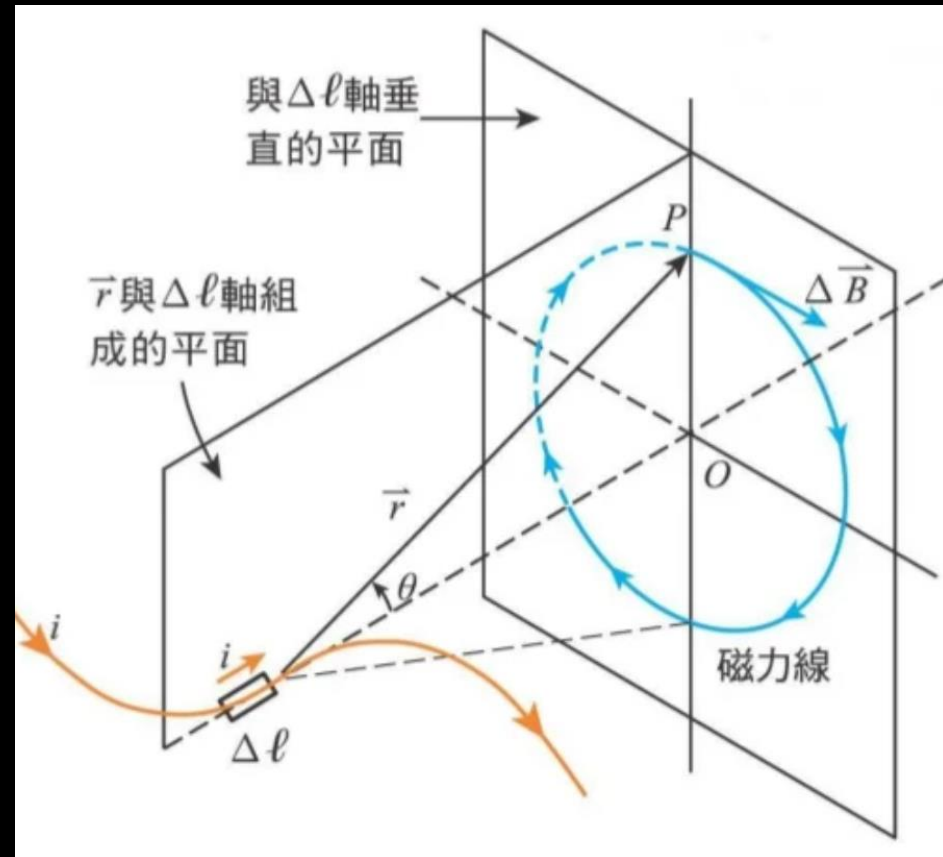
1. 將太陽能電池接上三用電錶，將固定距離之光源正面照射（作為極大值），全暗遮光為最小值。
2. 調整太陽能電池平面角度，量測兩極電壓與電流值並記錄。
3. 回家作業Excel

# 電流磁效應

1820 年，丹麥物理學家厄司特發現通有電流的導線附近有磁場。

• 必歐－沙伐定律：

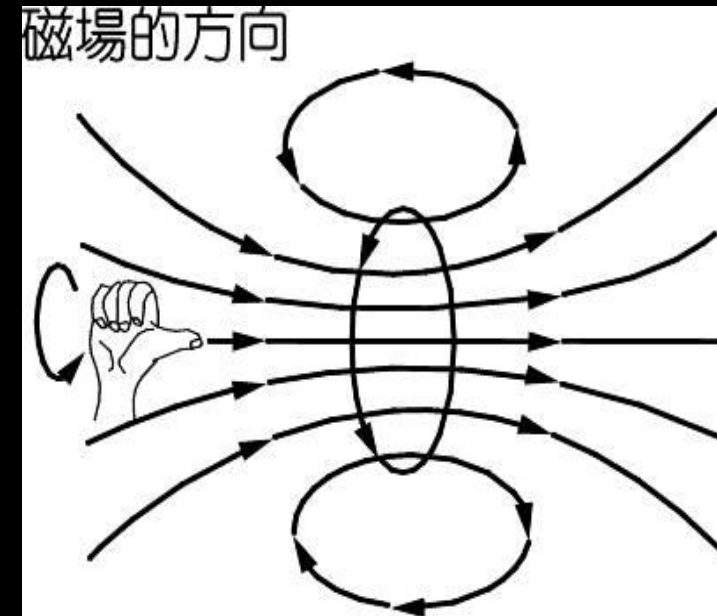
$$\Delta \vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{i \overrightarrow{\Delta \ell} \times \vec{r}}{r^3}$$



# 原理解說

## • 圓形線圈磁場

線圈圓心的對稱軸上，磁力線為直線，若右手四指彎曲順電流方向，則大拇指伸直所指就是磁場方向。載流圓形線圈所產生的磁場與磁鐵棒產生的磁場很像。



單圈線圈圓心處  
磁場B

$$B = \frac{\mu_0 i}{2a}$$

若為n圈，磁場變為n倍

# 太陽能電磁與線圈磁場

- 以太陽能電池供應線圈電流，光源由不同角度照射太陽能電池，並以磁針觀察線圈磁場變化，紀錄磁針偏轉角度與太陽能電池照光角度。
- 未通電初始狀態下，磁針方向與線圈磁場方向垂直
- 回家作業Excel



# 基礎實作技能練習

- 焊接：電烙鐵的使用
- 剝線鉗：AWG剝線
- 線鋸機、電鑽：木條加工使用

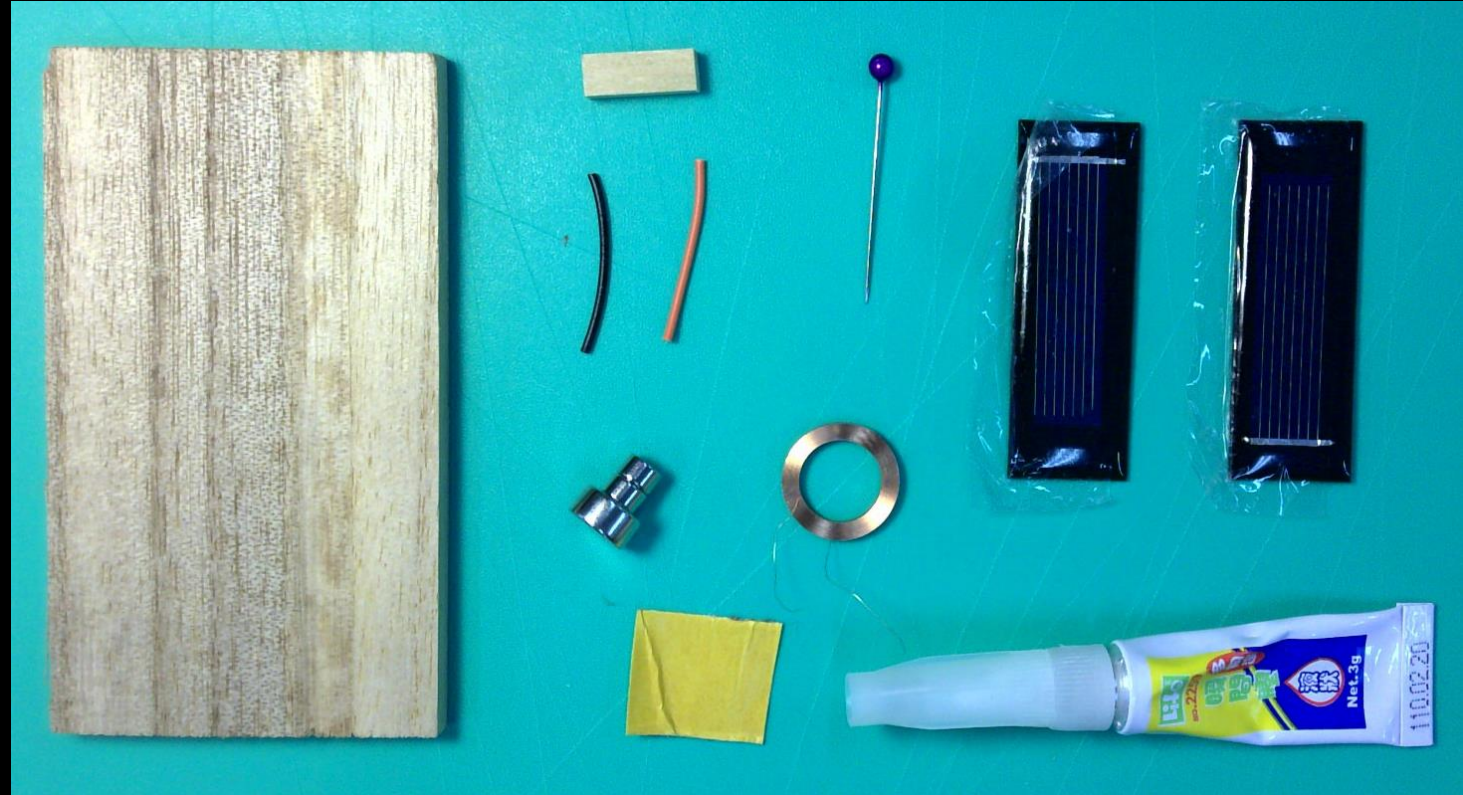
# 為何命名「門多西諾」？

- 於 1992 年，由發明家拉里·斯普林（Larry Spring）所發明，並以其故鄉美國門多西諾縣命名。
- 「門多西諾」電機（Mendocino motor）也稱作「門多西諾」馬達，是一種以太陽能產生電流，並透過線圈轉換成磁場，進而帶動轉動的電動機（馬達）。



# 材料

- 1. 太陽能板 2片 (53x18 mm)
- 2. 線圈 1個 (400匝)
- 3. 多芯線 2段 (25 mm)
- 4. 大頭針 1支
- 5. 木片 (97x57x6 mm)
- 6. 短木條 1 個 16 mm
- 7. 雙面膠帶 1 片
- 8. 快乾膠 (液態)
- 9. 強力磁鐵      6x4 mm      2 顆  
                         10x5 mm      1 顆



# 工具

- 1. 手持研磨機 或 手鑽(1 mm鑽頭)
- 2. 美工刀
- 3. 鐵尺
- 4. 電烙鐵、烙鐵架、焊錫



# 製作流程

- 1、轉子製作
- 2、支架製作

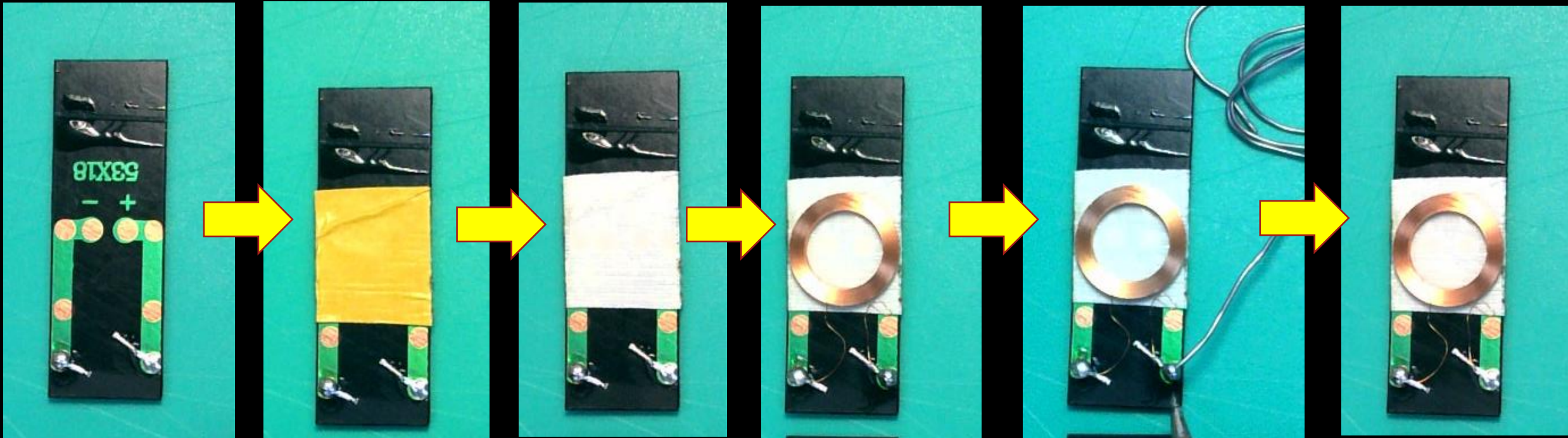


按步施工，保證成功

# 轉子製作

\* 請小心使用電烙鐵

## • 1、組裝線圈



將漆包線焊接於  
太陽能板兩極

於正中央貼上雙面膠

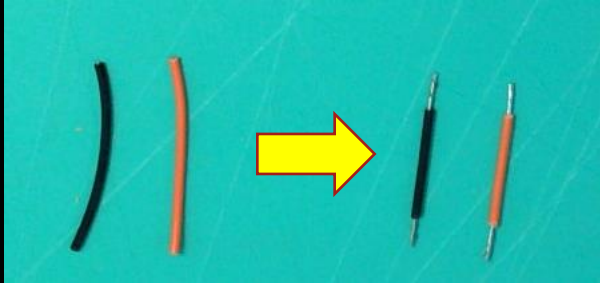
黏貼線圈(中央)  
兩漆包線靠近  
太陽能板兩極

# 轉子製作

## • 2、組裝太陽能板

\* 請小心使用電烙鐵

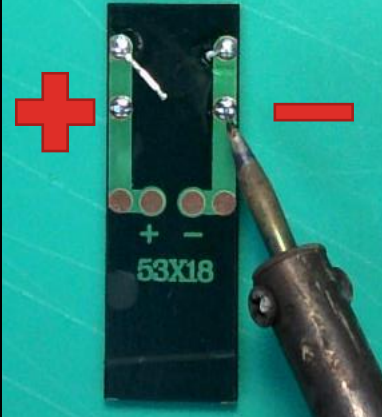
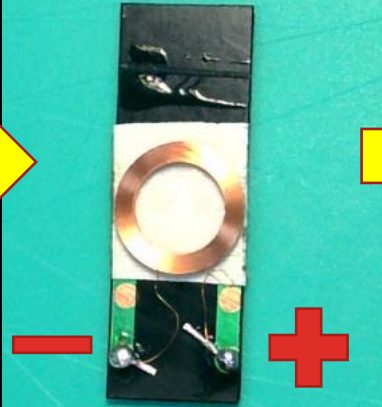
剝除多芯線兩端絕緣層



平放兩片  
太陽能板



補上焊錫



焊上多芯線



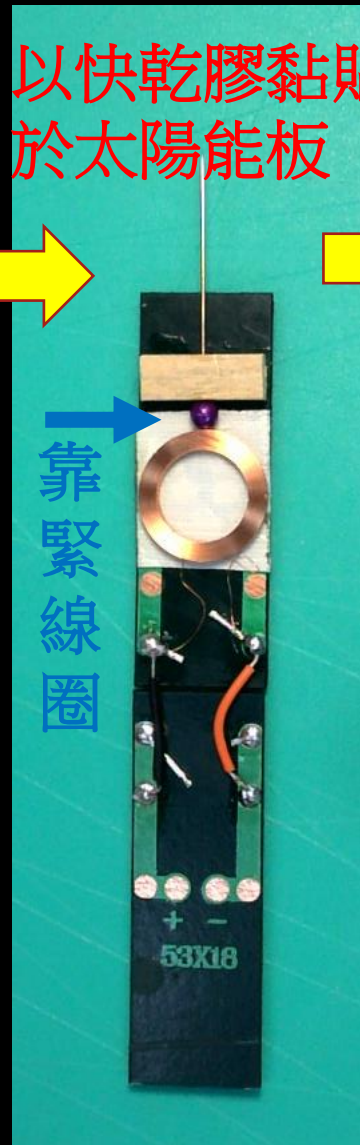
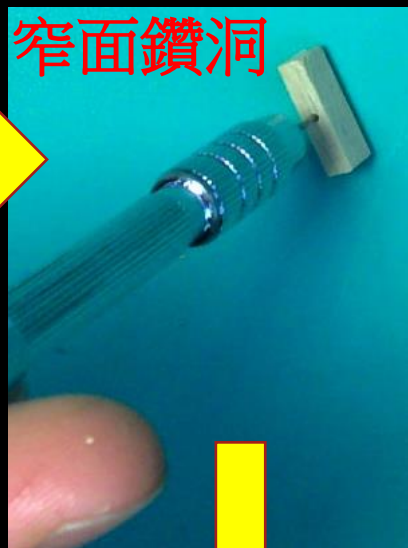
兩條多芯線  
完成串接



# 轉子製作

\* 請小心使用快乾膠

## • 3、組裝轉子





# 支架製作

## • 1、裁切木片

\* 請小心使用美工刀與直尺

畫線



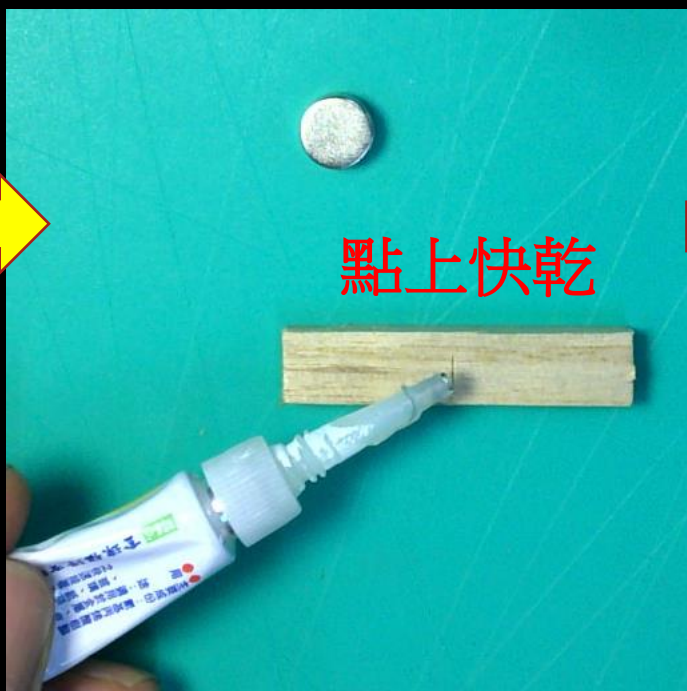
切割



# 支架製作

- 2、黏貼磁鐵 \*請小心強力磁夾傷

橫樑磁鐵 (10x5 mm)

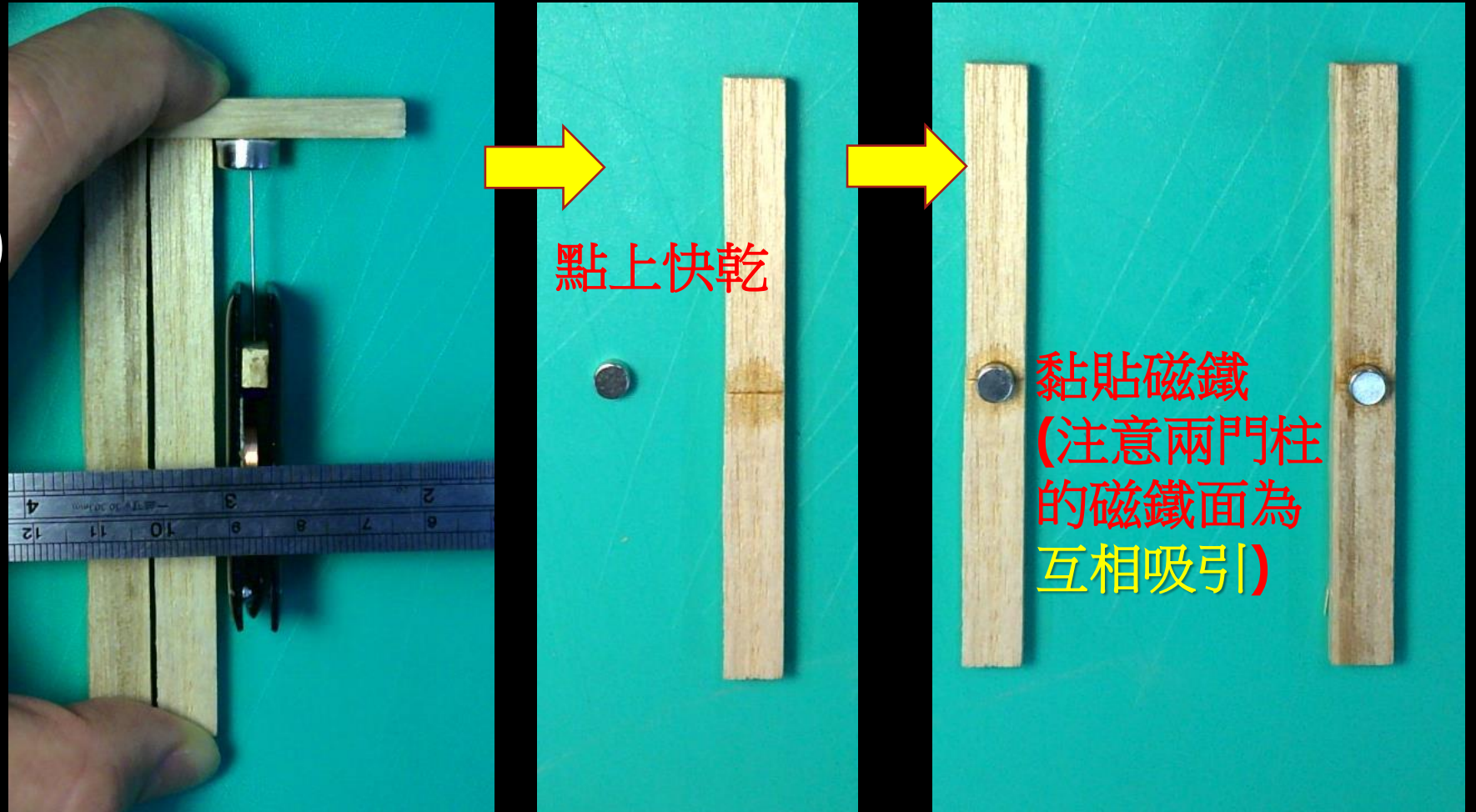


# 支架製作

- 2、黏貼磁鐵 \* 請小心強力磁夾傷

門柱磁鐵  
(6x4 mm)

劃記線圈中央位置



# 支架製作

\* 請小心強力磁相吸力

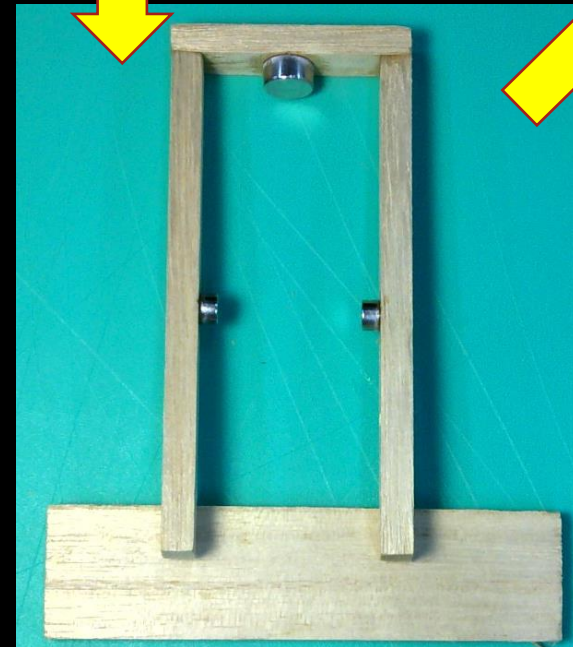
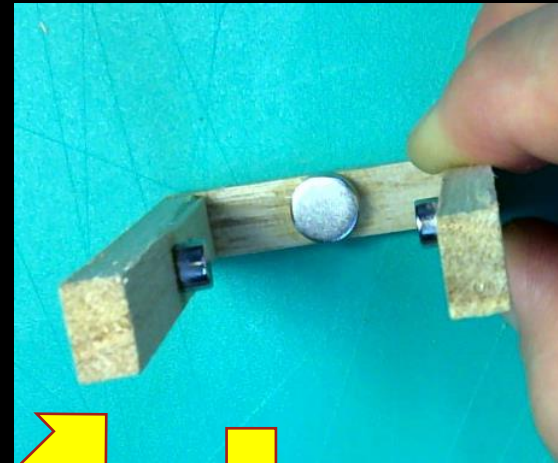
## • 3、組裝



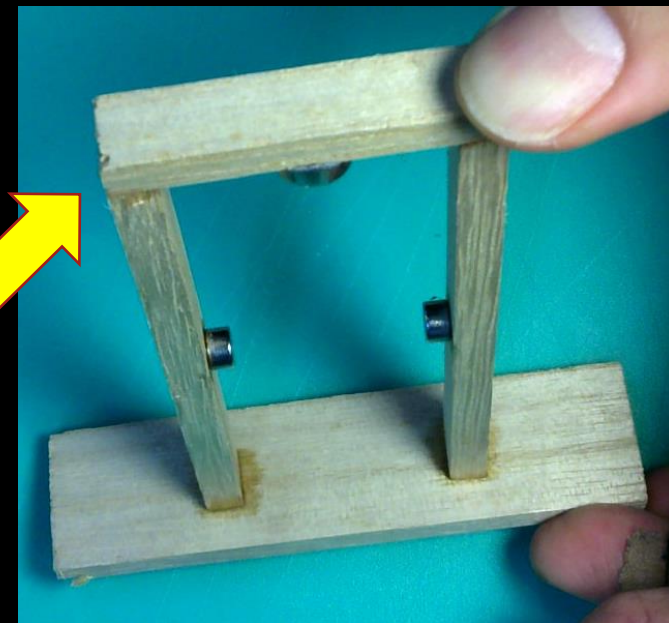
點上快乾



黏貼門柱  
(注意方向)

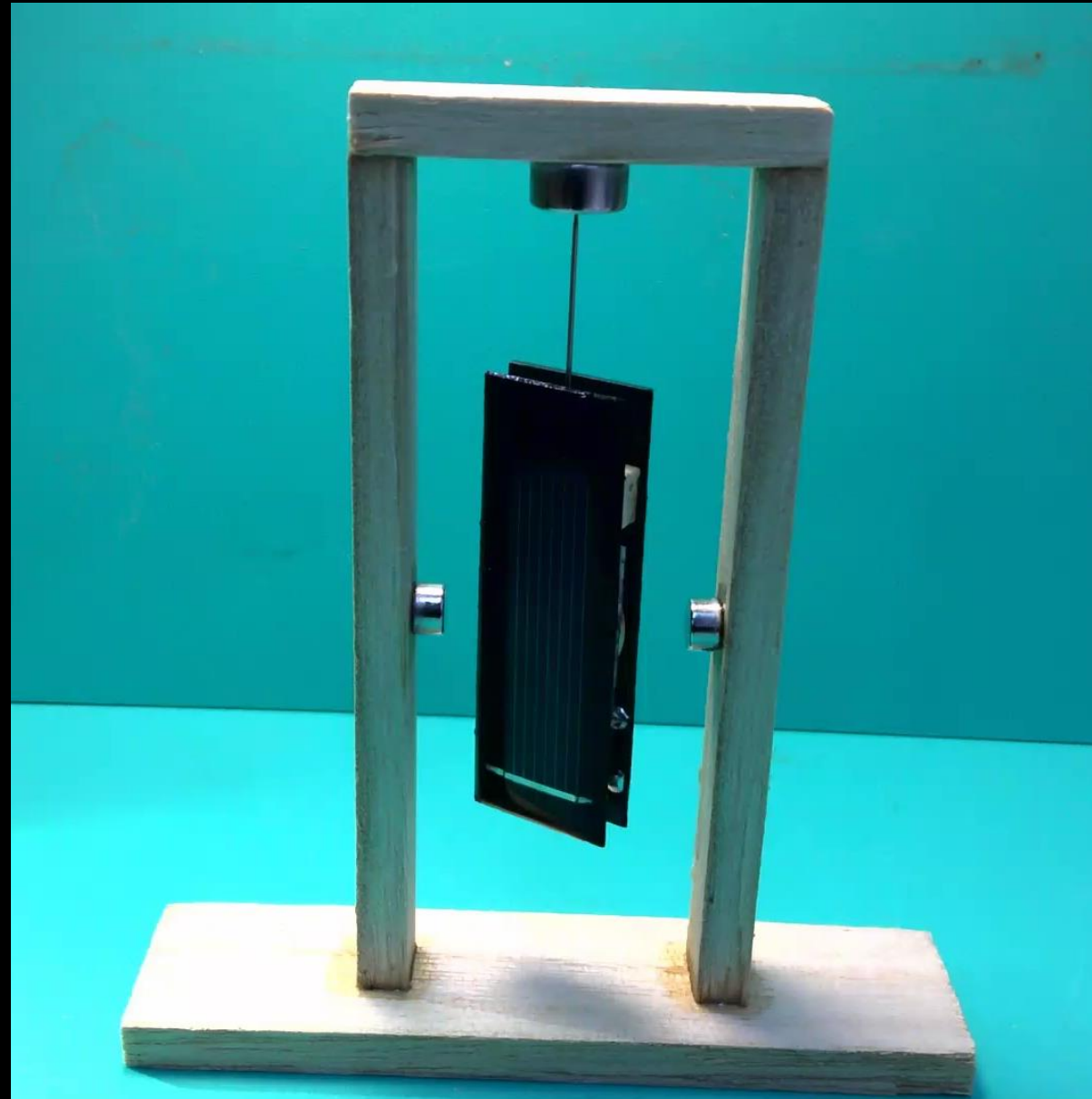


黏貼門框(注意位置)



組裝門框

# 測試



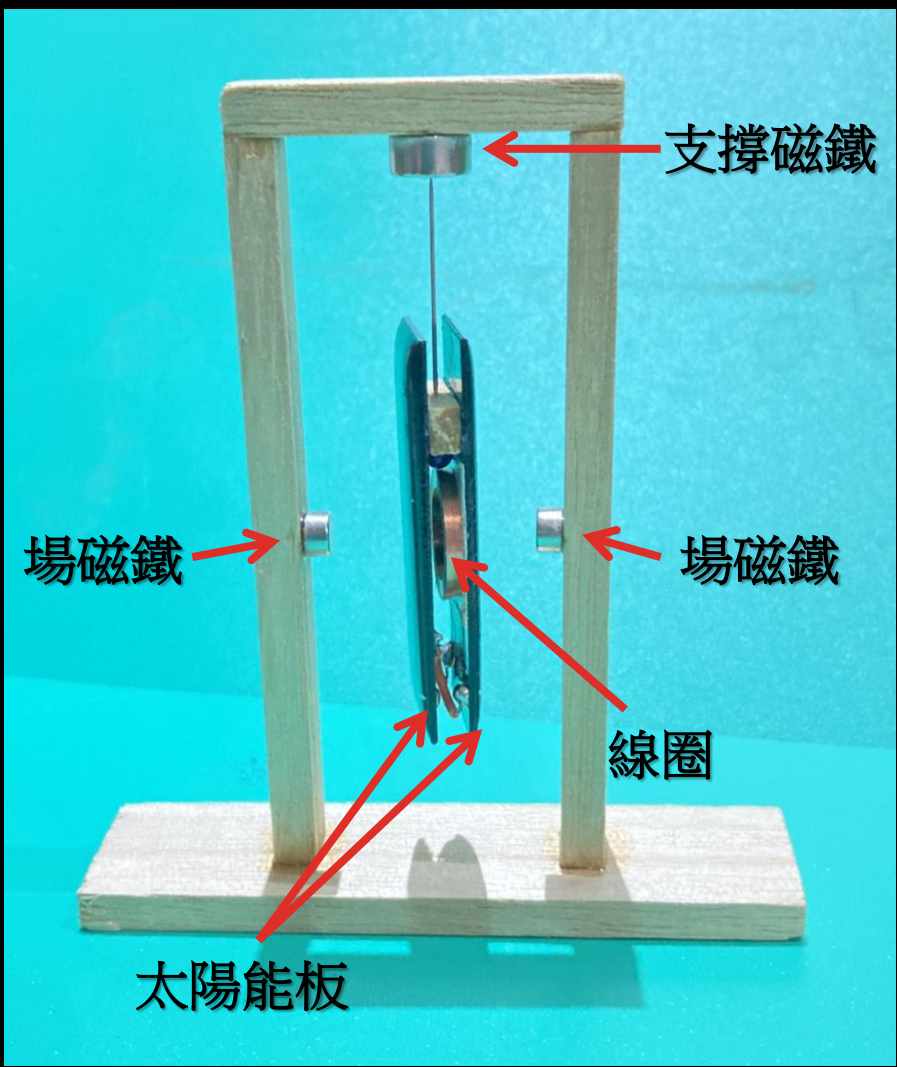
# 常見狀況微調

轉子靜止時歪斜

=>以手指調整大頭針方向，使轉子垂直懸掛於磁鐵下方。

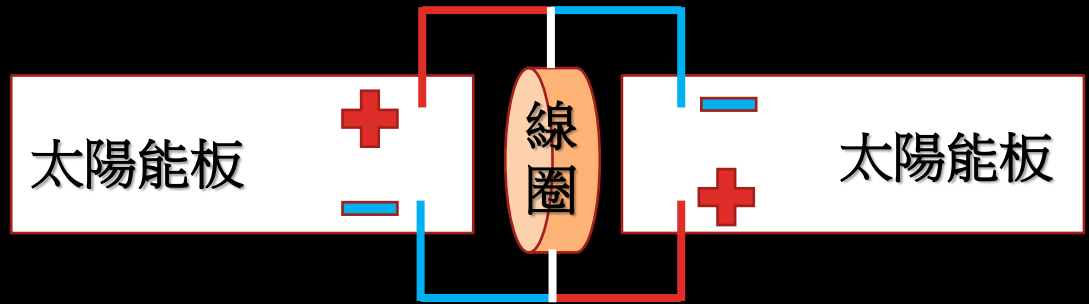
# 實作部分小結

## • 構造



## • 注意

- (1) 兩個場磁鐵磁極相反  
=> 磁力線方向相同
- (2) 太陽能板電極與線圈  
=> 電極 v.s. 線圈兩端



# 問題與討論







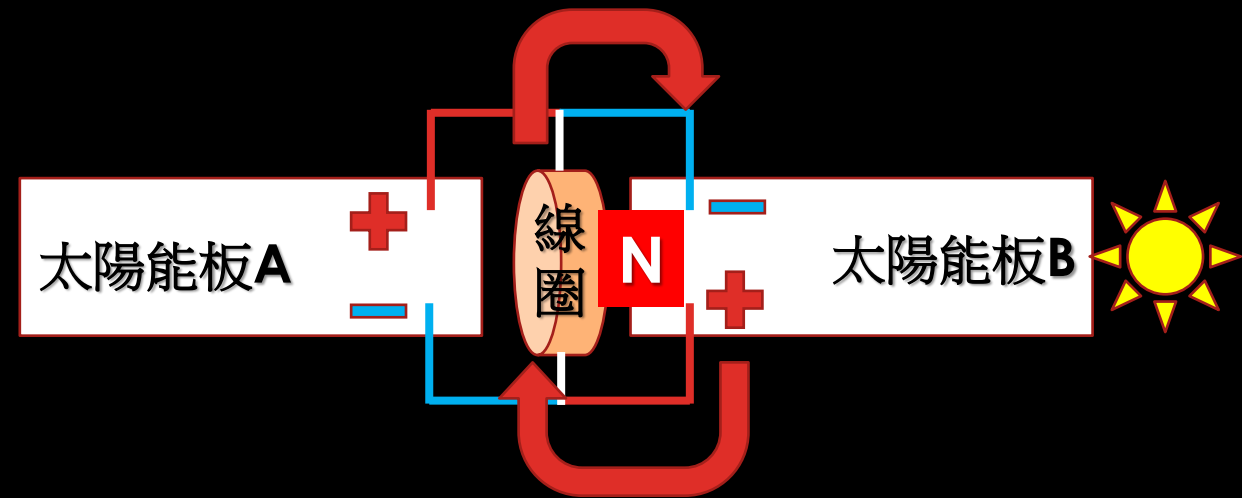
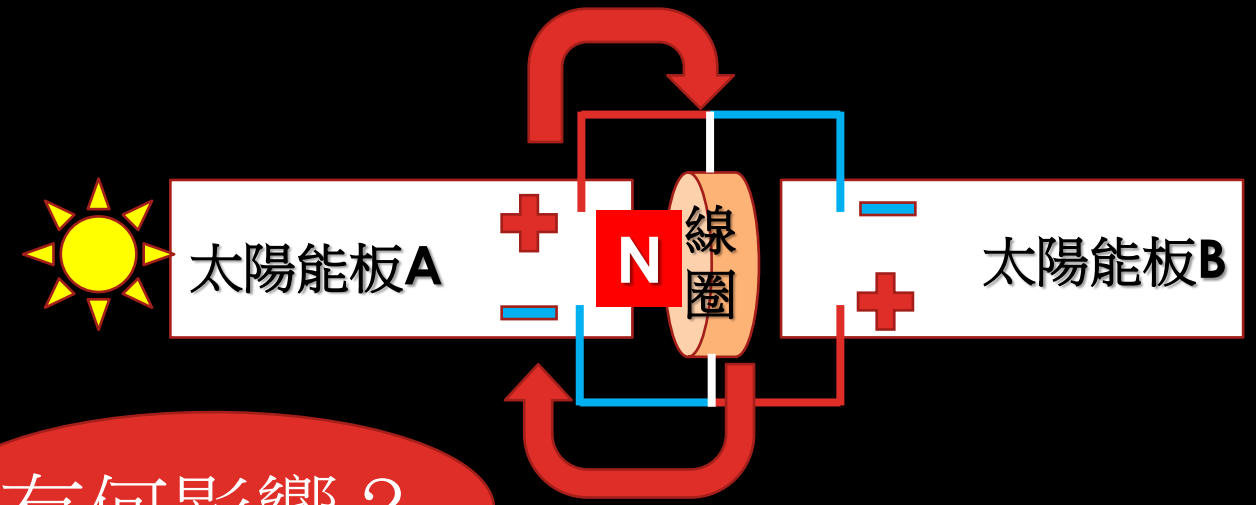
Q1:

照光方向與門多西諾  
馬達轉動方向的關係？

A :

兩片太陽能板對線圈的電流方向不同！

所以，線圈產生的磁場方向相反，在場磁鐵固定下，造成轉子轉動方向亦相反。





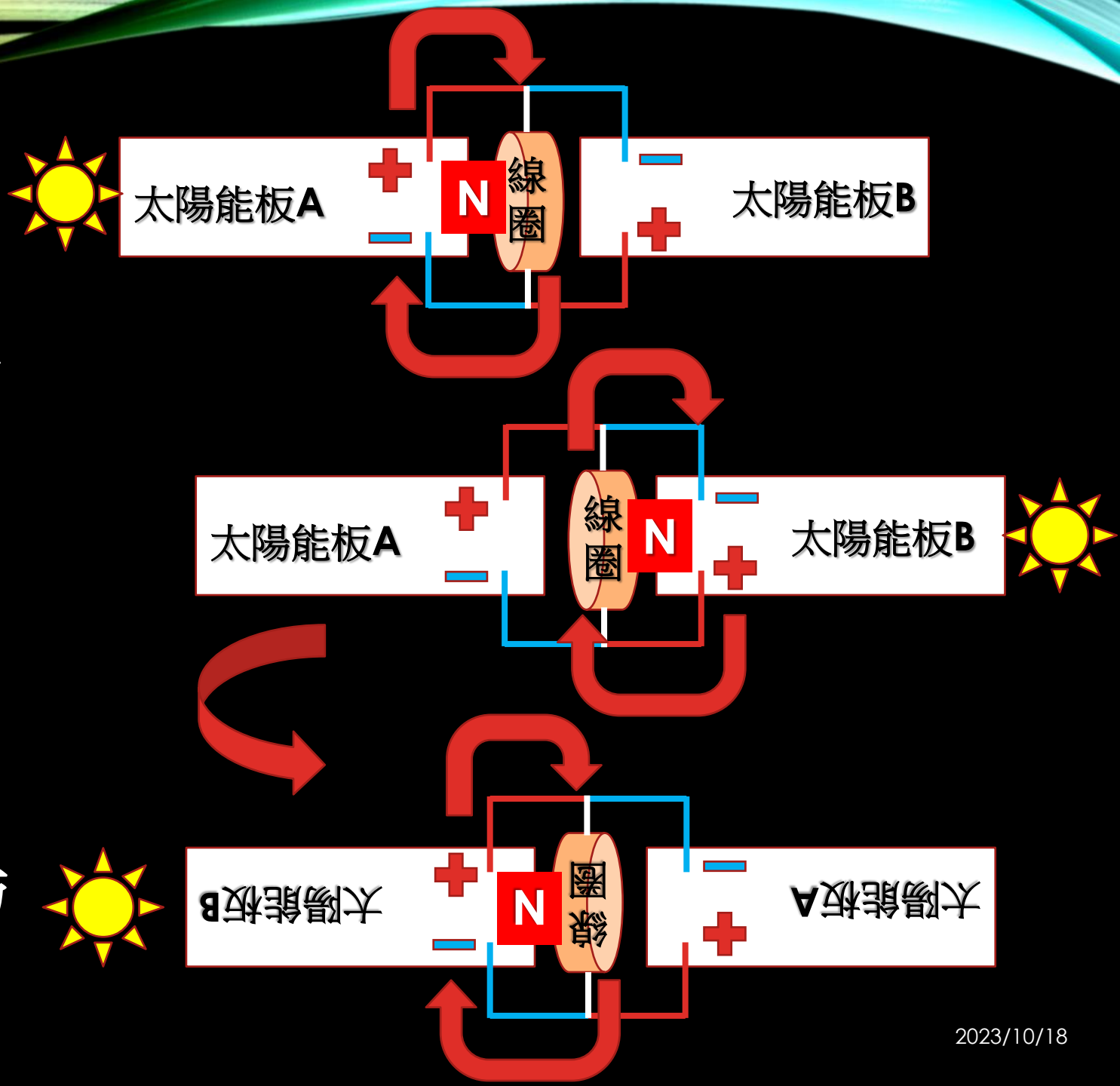
Q2 :

為何門多西諾馬達會  
以固定方向持續轉動？

A :

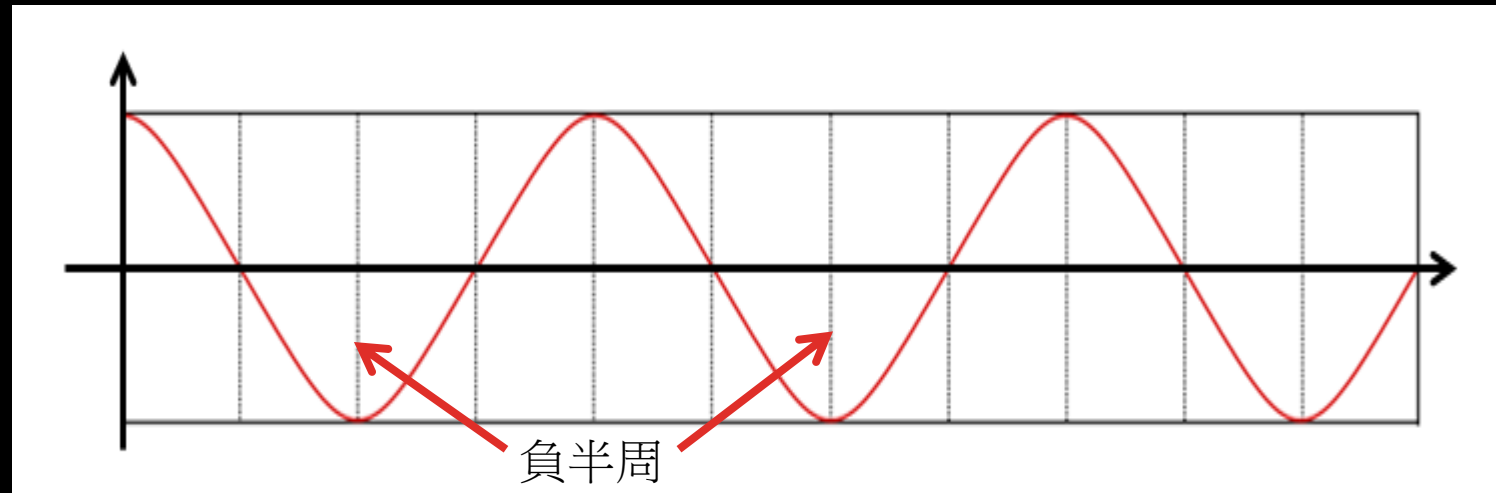
單側照光時，雖然  
線圈的電流每半圈  
會改變方向...

但是，因為旋轉，  
所以，轉子的磁場  
始終固定方向！



## 多想一點點...

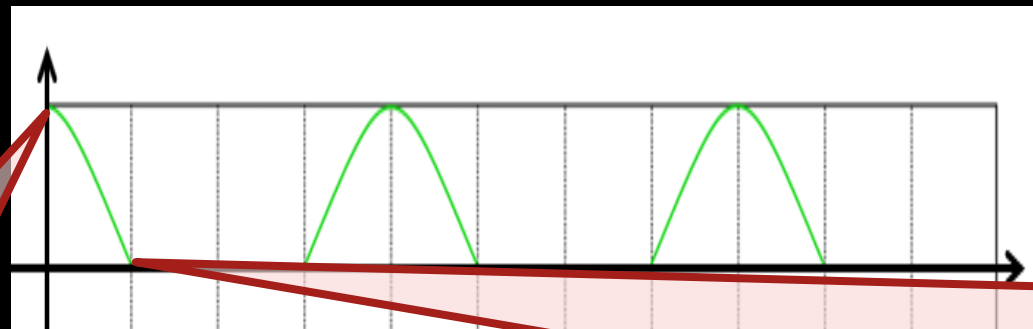
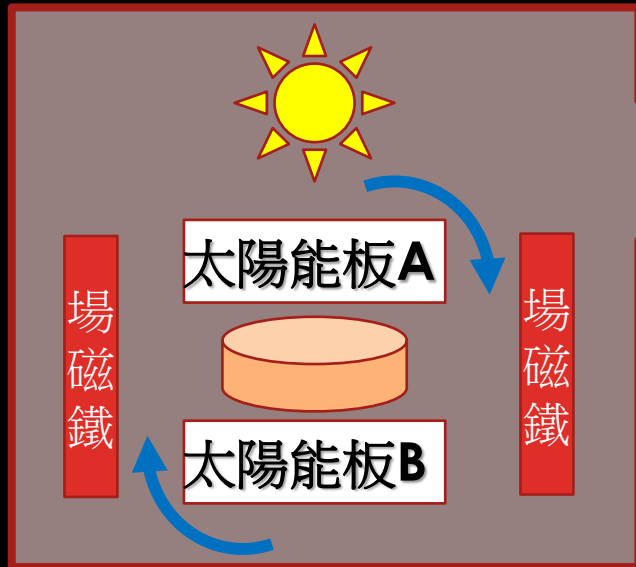
- 光強度固定下，太陽能板的電位差與照光角度 $\theta$ 關係與投影面積有關。
- 當太陽能板選轉角度為 $\theta$ 時，受光照射面積變為 $\cos\theta$ 倍。



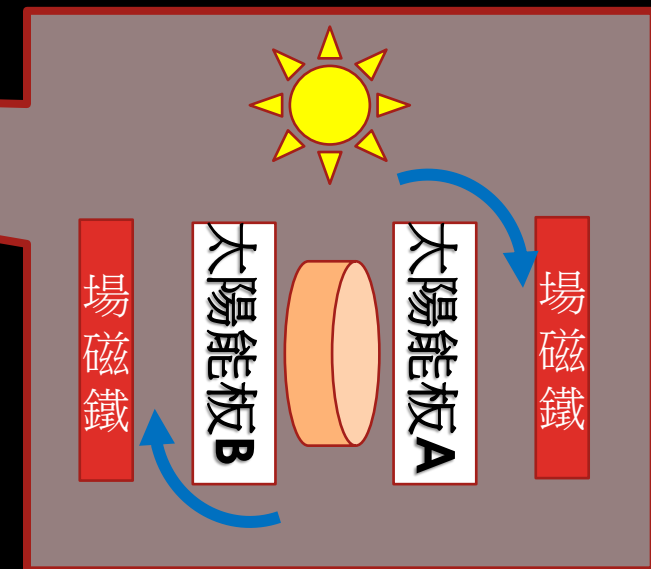
# 多想一點點...

- 流入線圈的電流變化趨勢與電位差造相同。但是每片太陽能板只有半圈會受到光照。由光直射太陽能板A開始，線圈磁場大小變化如下

電流最大，磁場最強



電流最小，磁場最弱

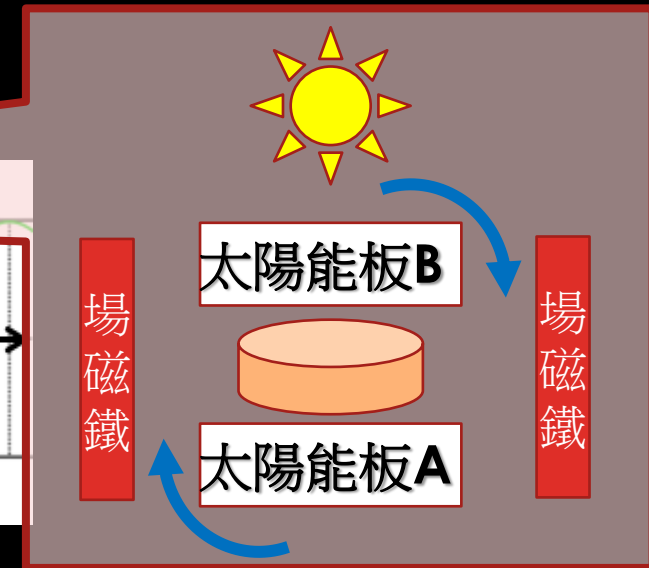
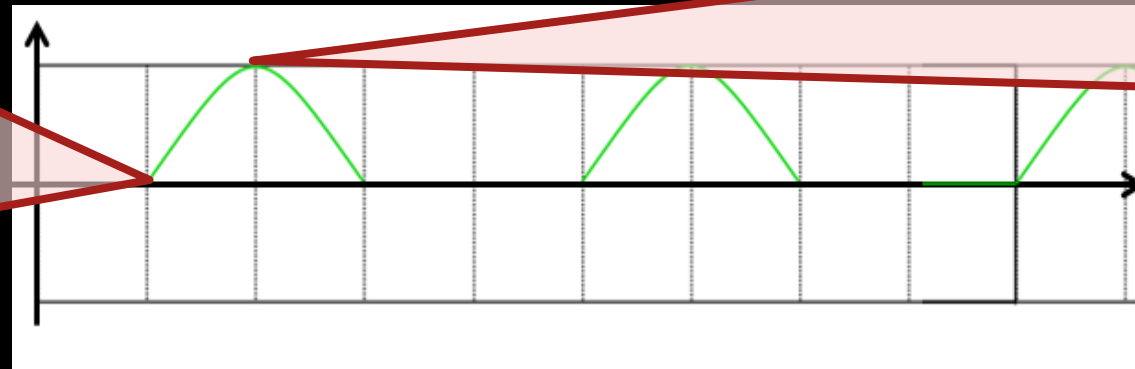
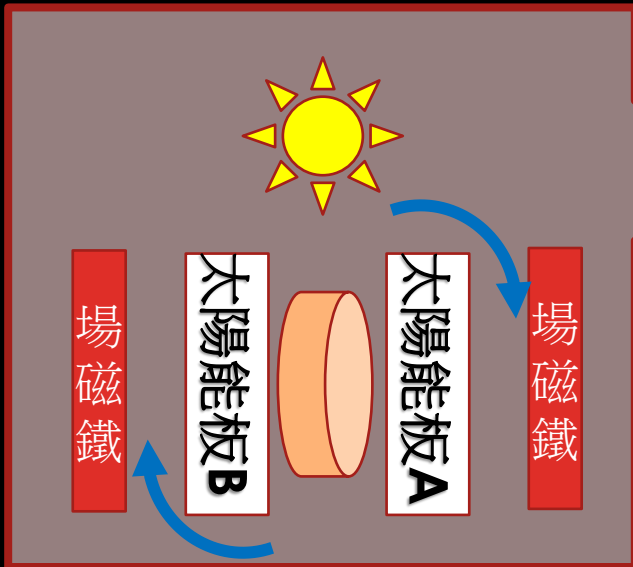


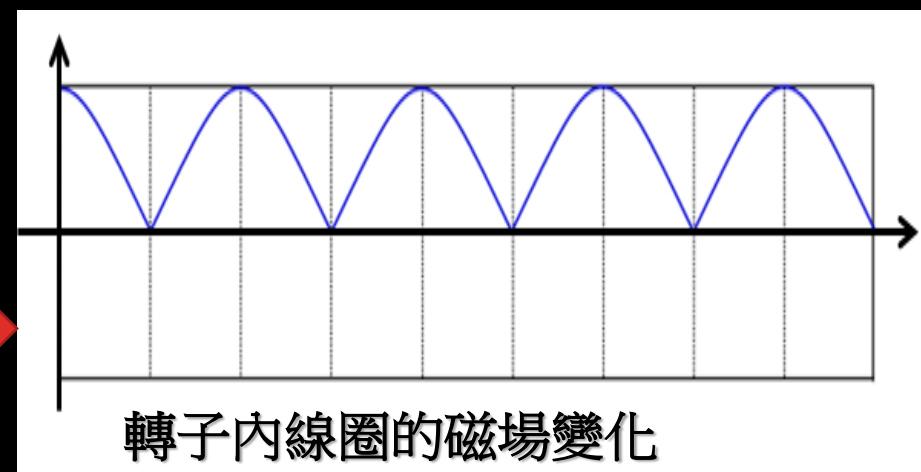
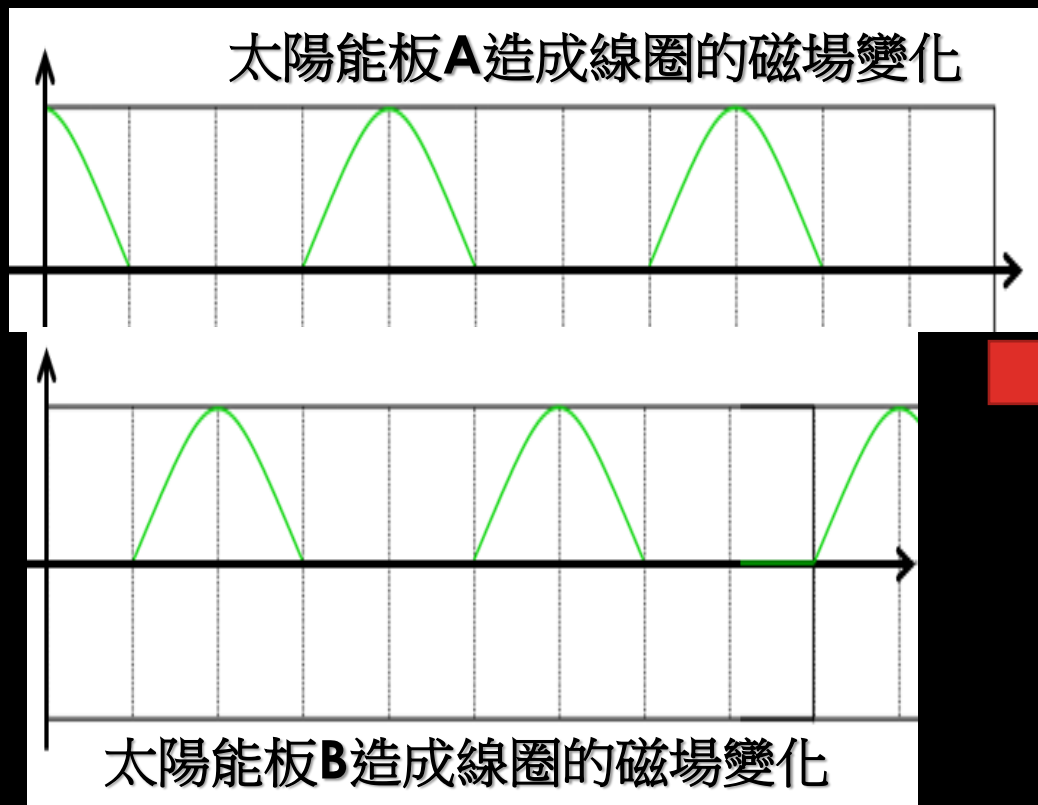
# 多想一點點...

- 雖然線圈內電流反向，但是轉子亦旋轉 $180^\circ$ ，故轉子照光面磁場方向恆相同。而太陽能板B造成線圈磁場大小變化如下

電流最大，磁場最強

電流最小，磁場最弱





所以，單面照光下，轉子會持續一直轉動！

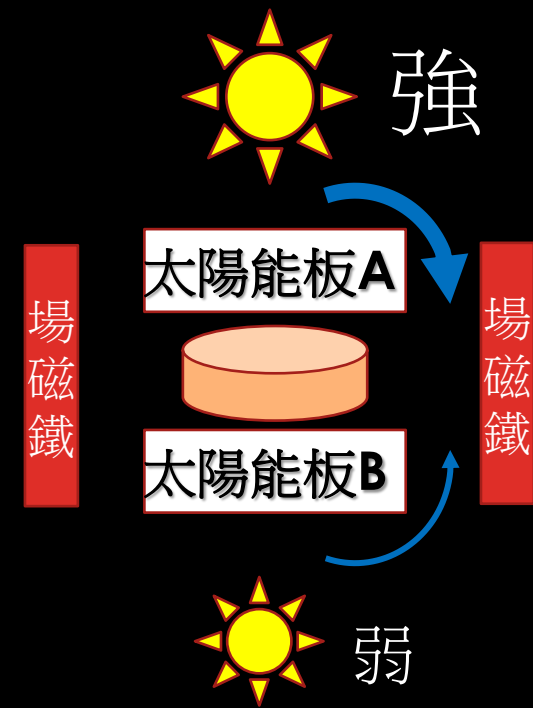


Q3 :

如果兩側都照光，則  
門多西諾馬達會怎樣  
轉動？

A :

兩側照光使轉子旋轉的方向不同。所以當兩側都照光下，光愈強的一面就會主導轉子的旋轉方向。





- 以上就是門多西諾馬達的探究與實作課程~

- 歡迎大家提問交流

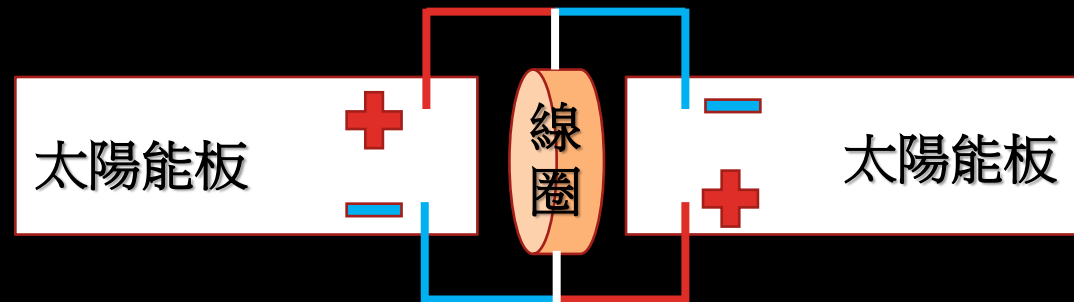
Q & A

A2 :

在場磁鐵固定下，線圈的磁場與電流方向有關，所以光由前或後照射轉子，轉動方向相反。

But

兩片太陽能板對線圈的電流方向不同！



有何影響？

將於Q2回答