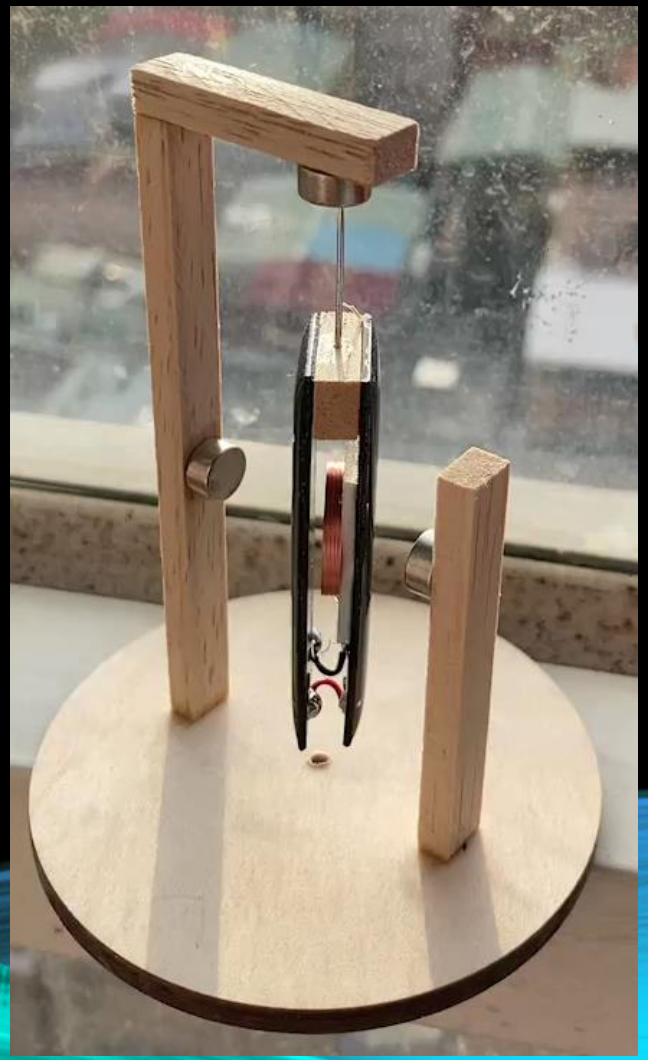
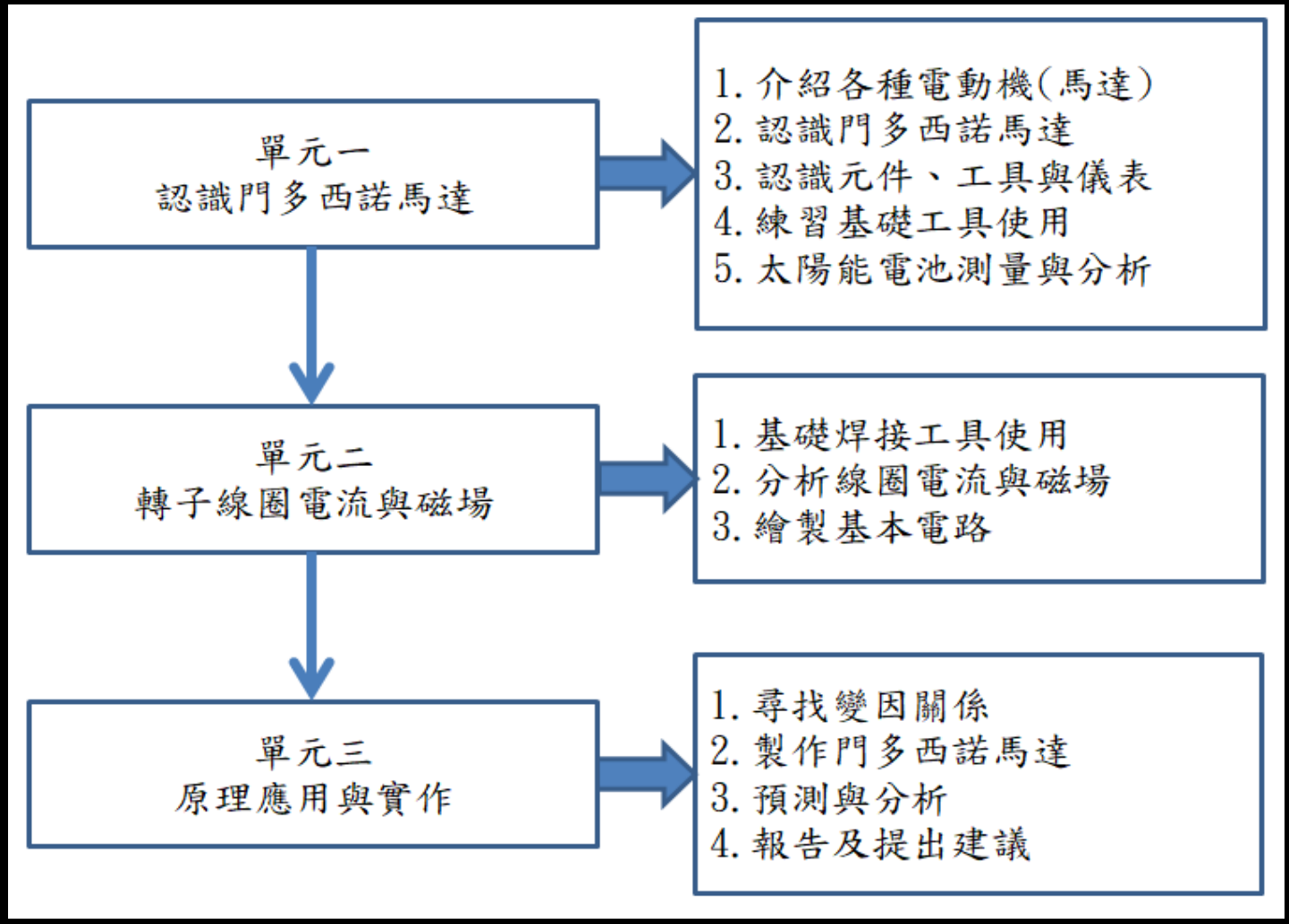
門多西諾馬達探究與實作

報告人：內湖高工 葛士瑋老師



課程設計架構圖


單元一
認識門多西諾馬達
1. 介紹各種電動機(馬達)
2. 認識門多西諾馬達
3. 認識元件、工具與儀表
4. 練習基礎工具使用
5. 太陽能電池測量與分析
單元二
轉子線圈電流與磁場
1. 基礎焊接工具使用
2. 分析線圈電流與磁場
3. 繪製基本電路
單元三
原理應用與實作
1. 尋找變因關係
2. 製作門多西諾馬達
3. 預測與分析
4. 報告及提出建議

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

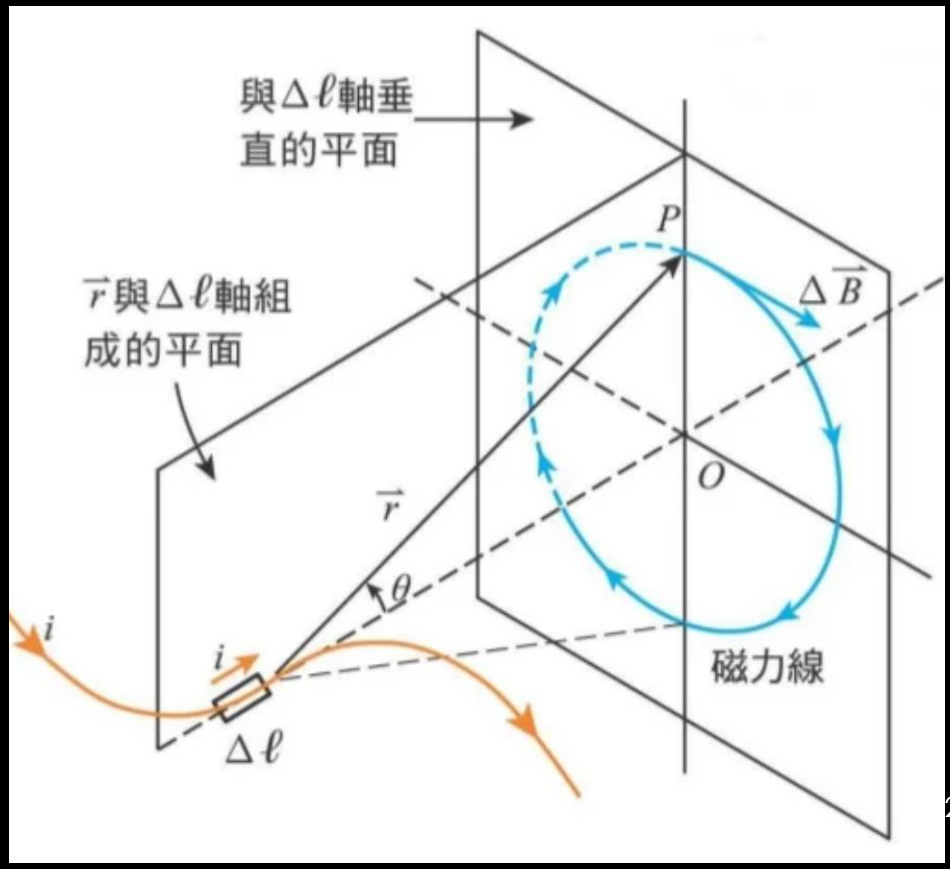
1. 將太陽能電池接上三用電錶，將固定距離之光源正面照射（作為極大值），全暗遮光為最小值。
2. 調整太陽能電池平面角度，量測兩極電壓與電流值並記錄。
3. 回家作業Excel

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：

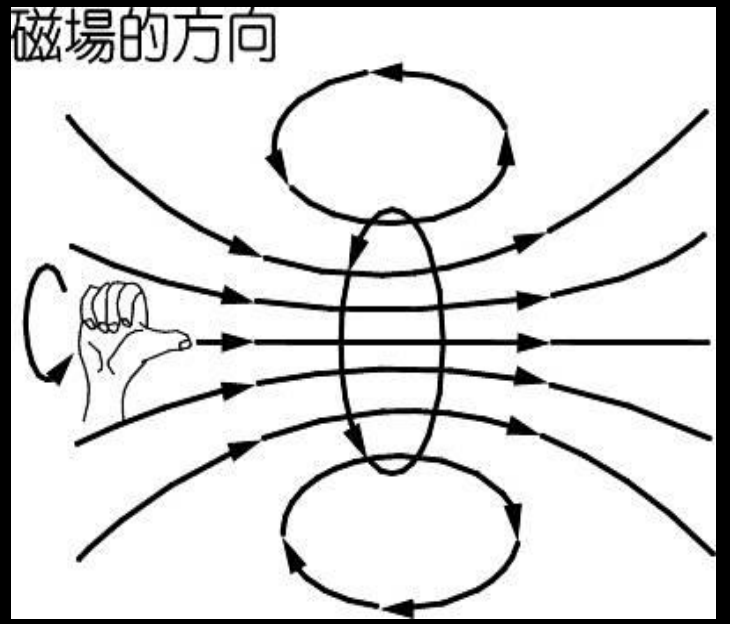
$$\Delta\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{i\overrightarrow{\Delta\ell}\times\vec{r}}{r^3}$$



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

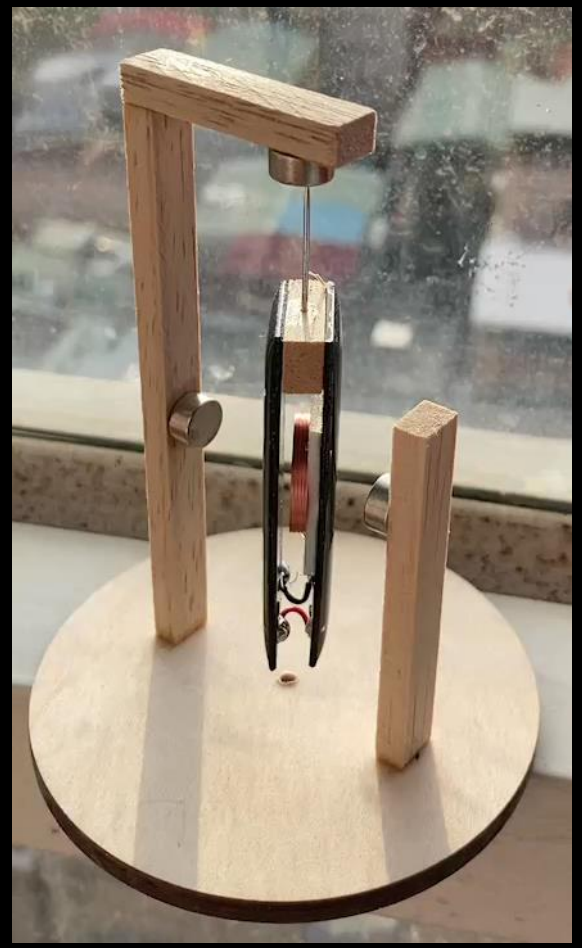
- 以太陽能電池供應線圈電流，光源由不同角度照射太陽能電池，並以磁針觀察線圈磁場變化，紀錄磁針偏轉角度與太陽能電池照光角度。
- 未通電初始狀態下，磁針方向與線圈磁場方向垂直
- 回家作業Excel

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

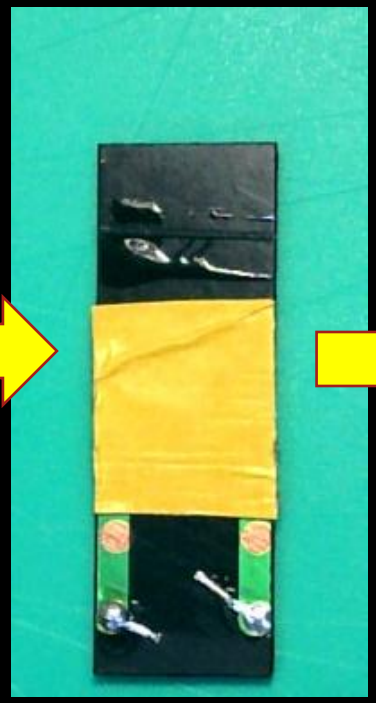
- 1、轉子製作
- 2、支架製作

按步施工，保證成功

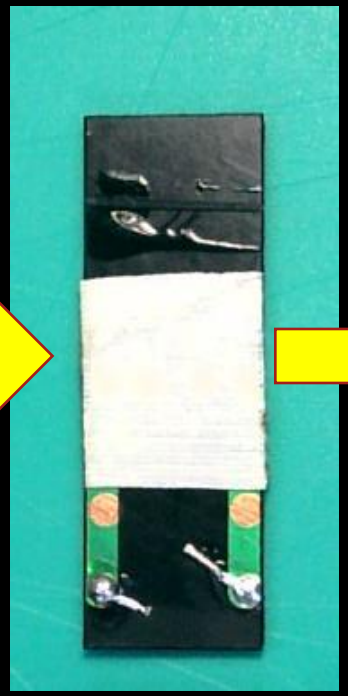
轉子製作

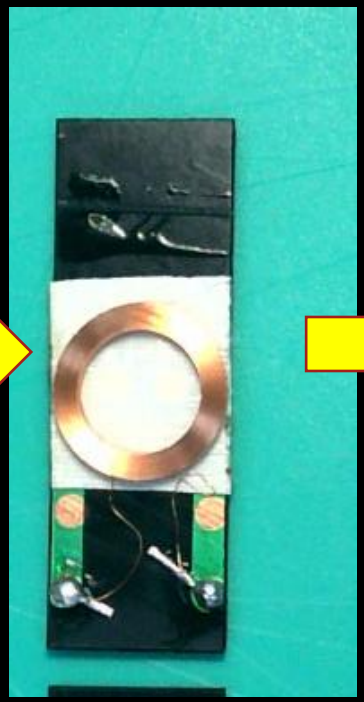
＊請小心使用電烙鐵

- 1、組裝線圈



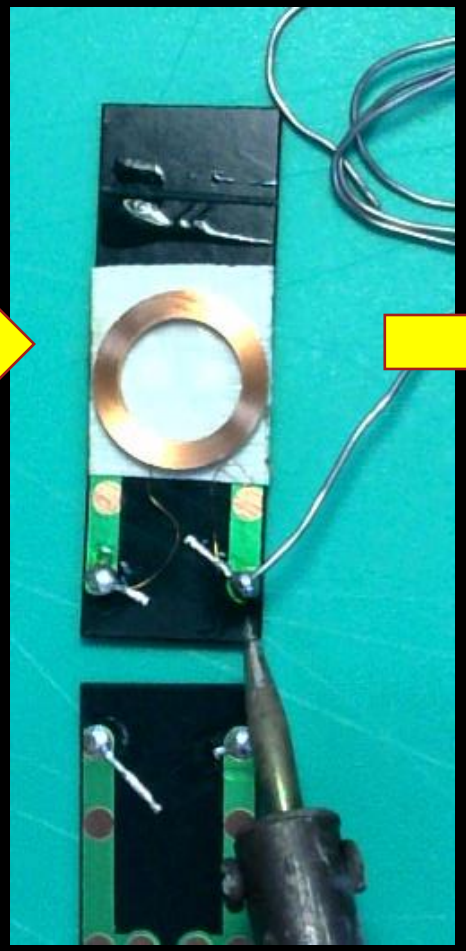
於正中央貼上雙面膠





黏貼線圈(中央)
兩漆包線靠近
太陽能板兩極

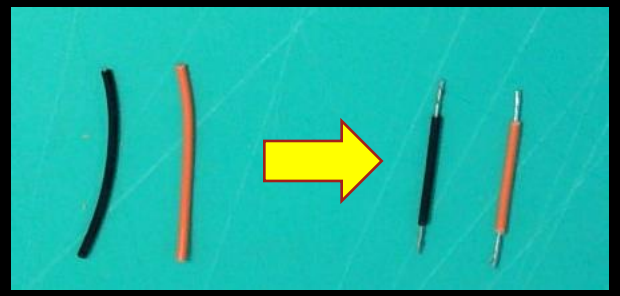
將漆包線焊接於
太陽能板兩極



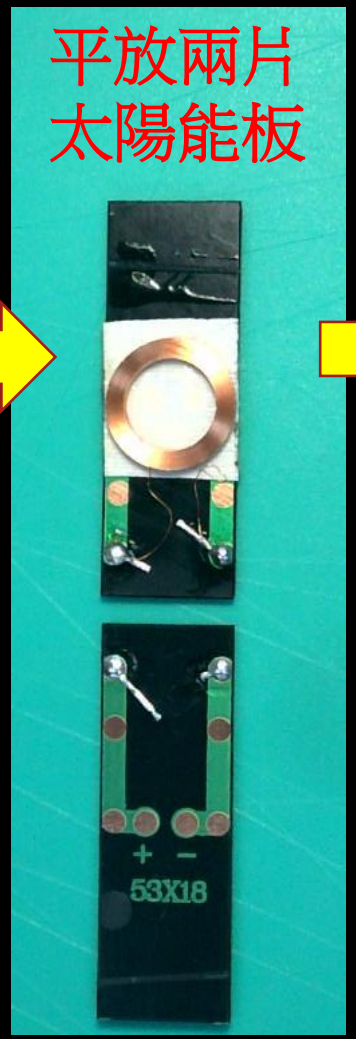
轉子製作

•2、組裝太陽能板 ＊請小心使用電烙鐵

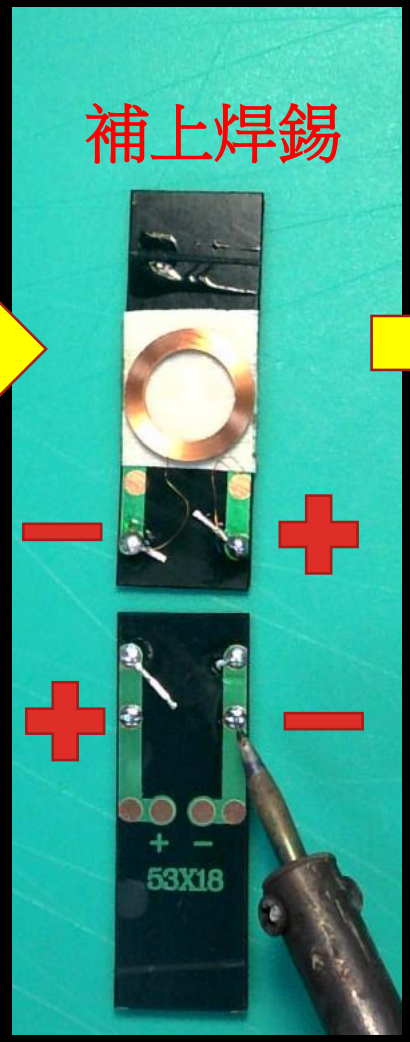
剝除多芯線兩端絕緣層



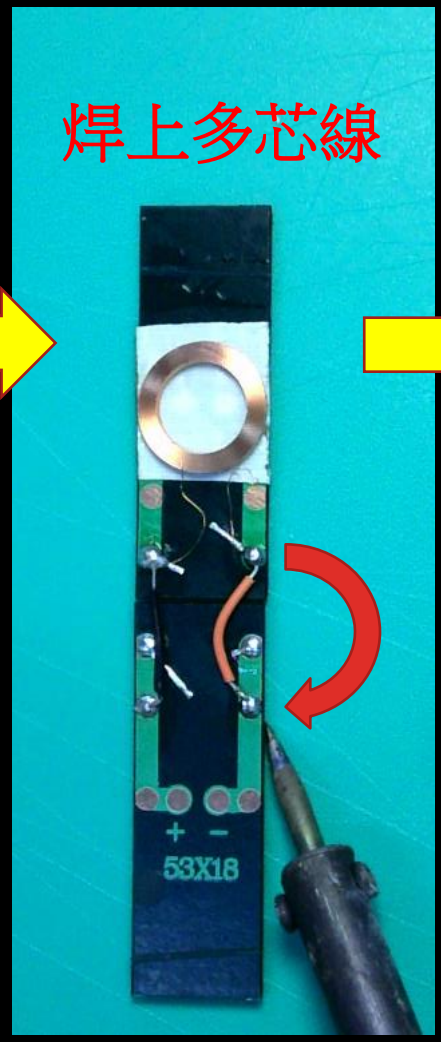
平放兩片
太陽能板



補上焊錫



焊上多芯線

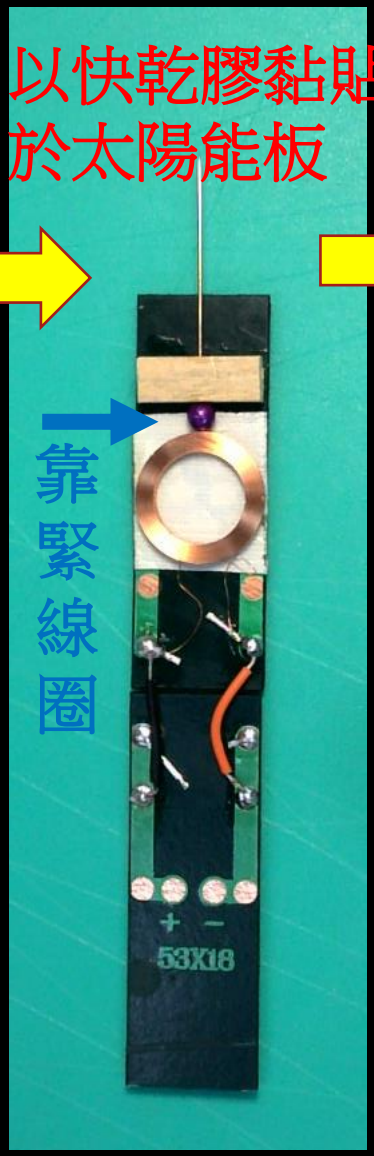


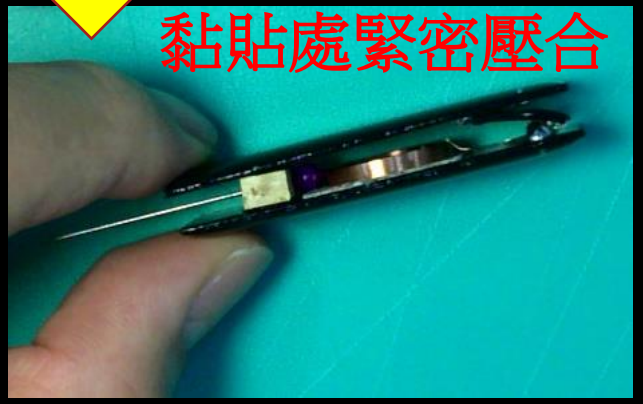
兩條多芯線
完成串接

轉子製作

•3、組裝轉子

＊請小心使用快乾膠





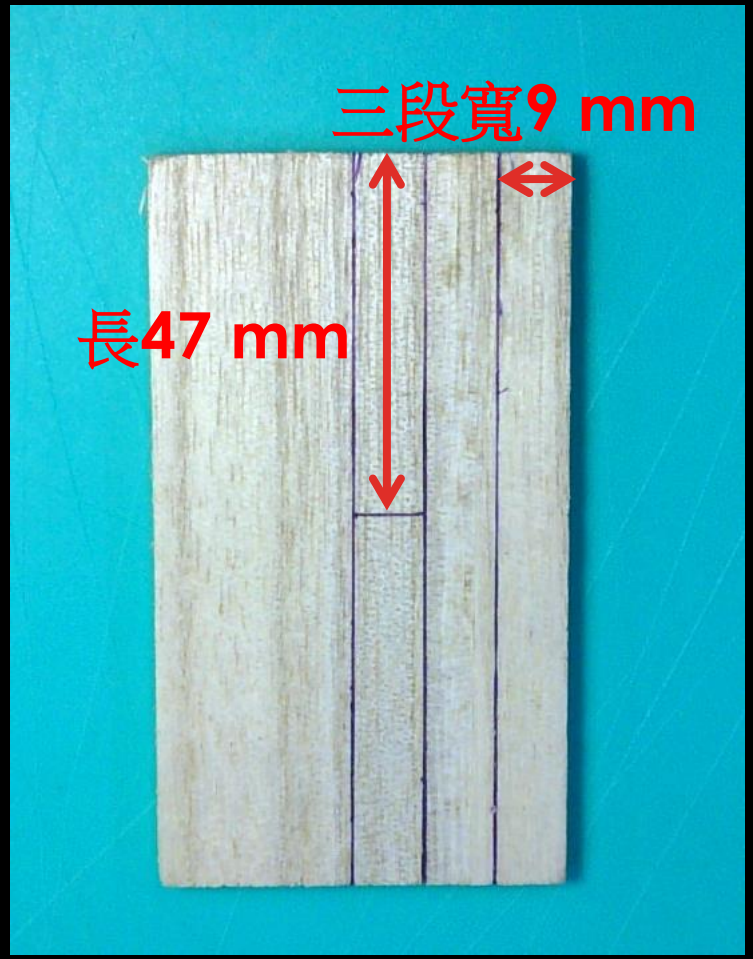
2023/10/18

支架製作

- 1、裁切木片

＊請小心使用美工刀與直尺

畫線

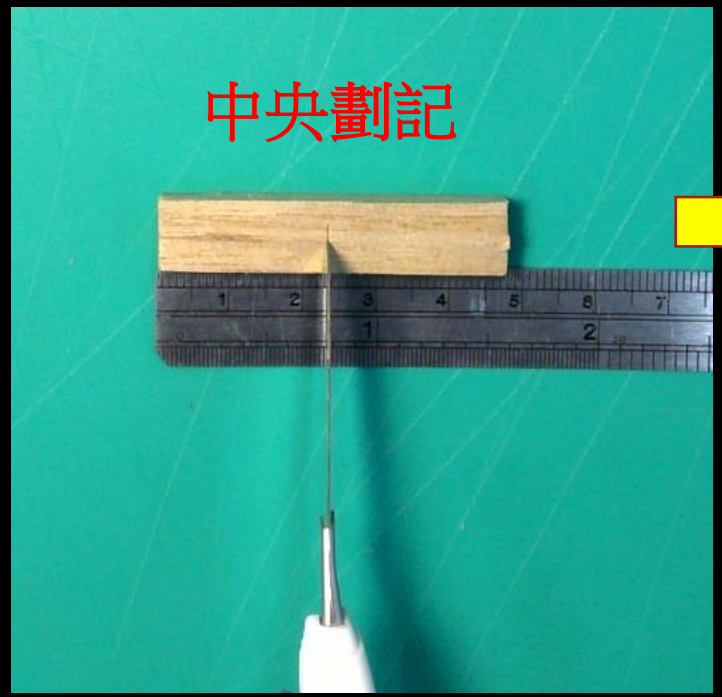


切割

支架製作

- 2、黏貼磁鐵　＊請小心強力磁夾傷

橫樑磁鐵（10x5 mm）

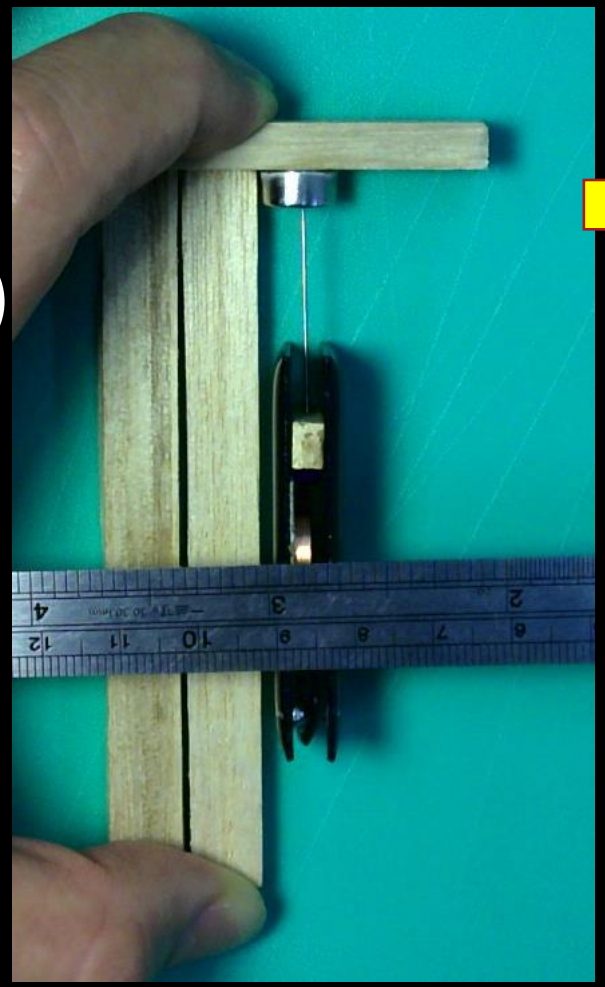


支架製作

- 2、黏貼磁鐵　＊請小心強力磁夾傷

門柱磁鐵
（6x4 mm）

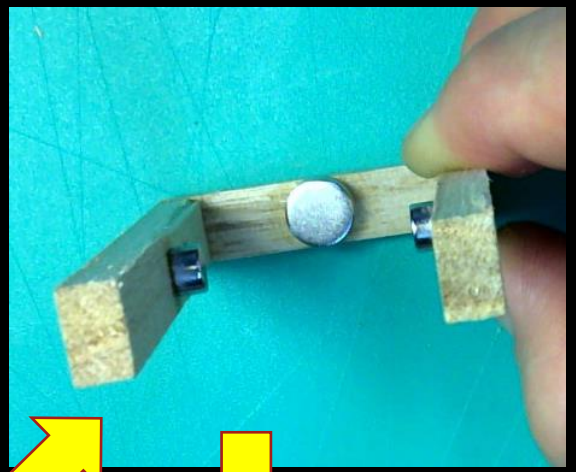
劃記線圈中央位置

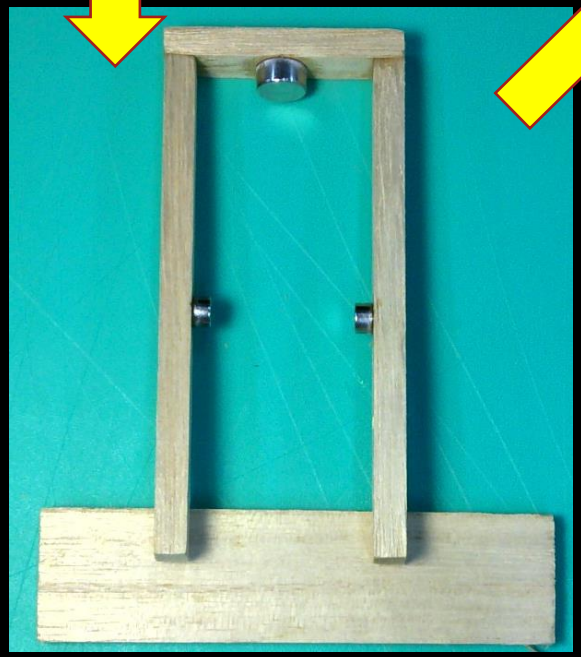


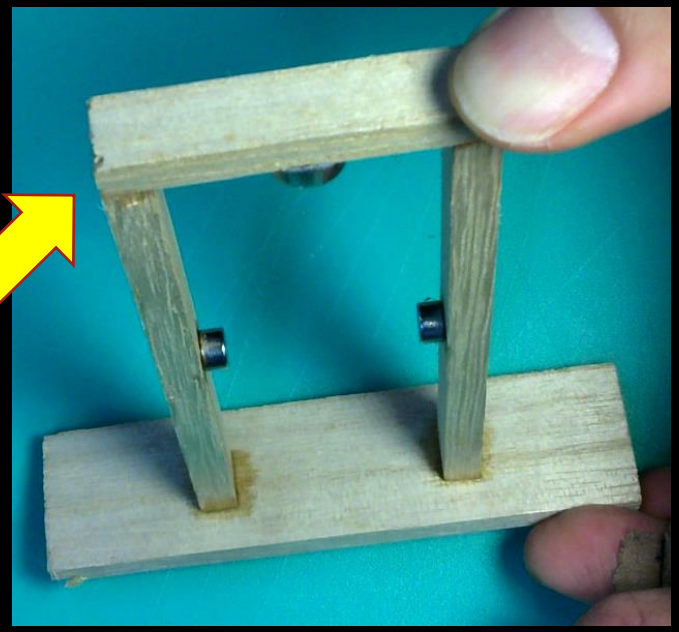
支架製作

＊請小心強力磁相吸力

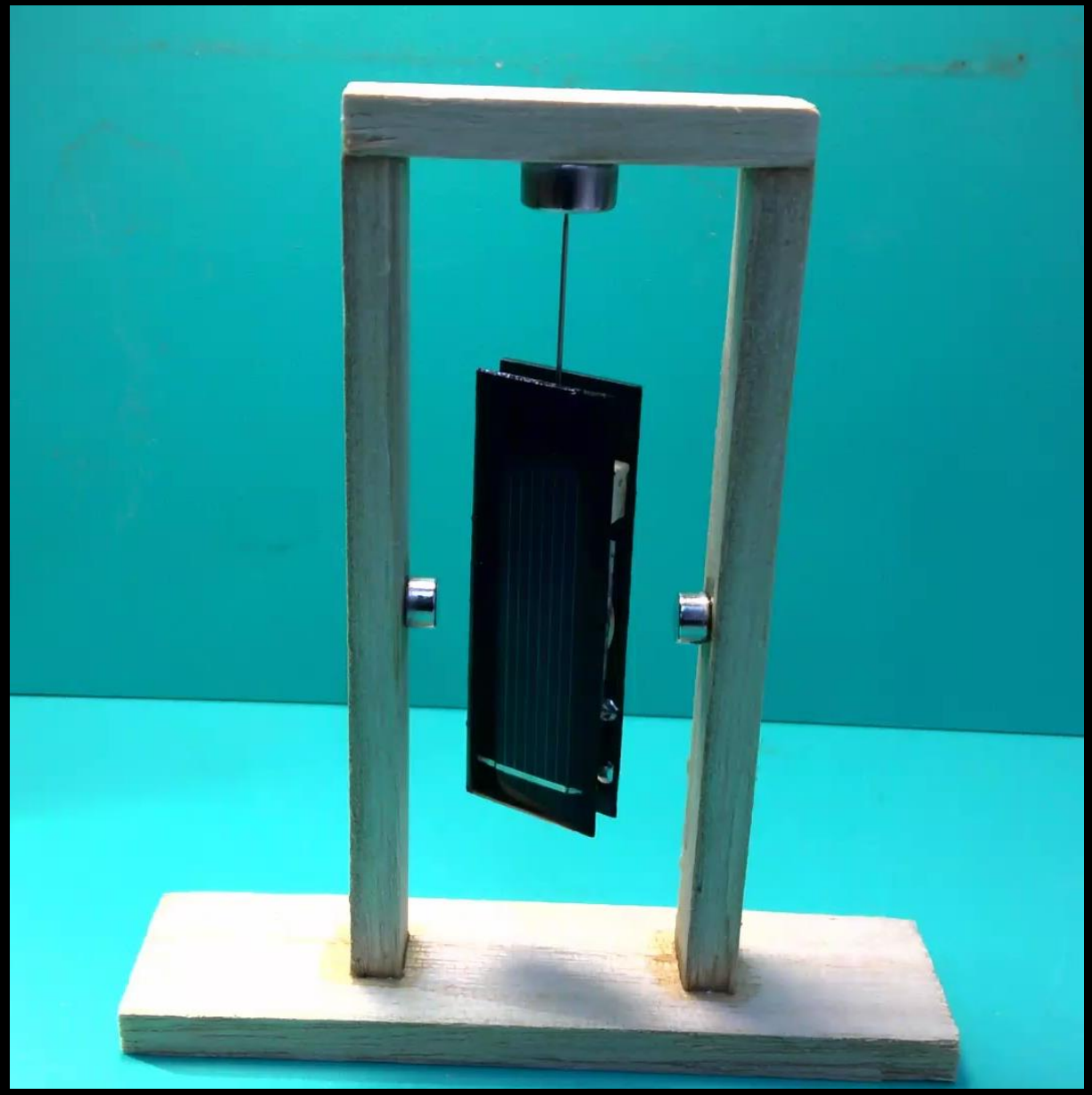
•3、組裝







測試



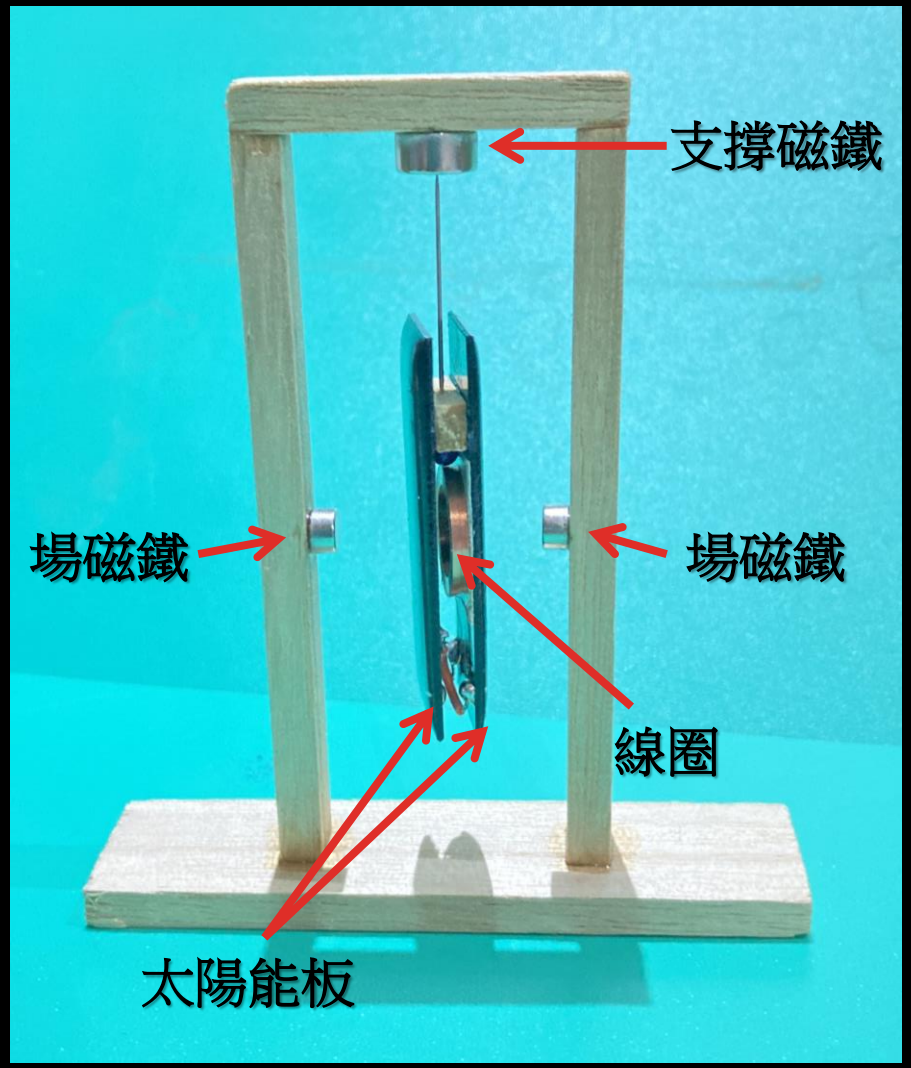
常見狀況微調

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

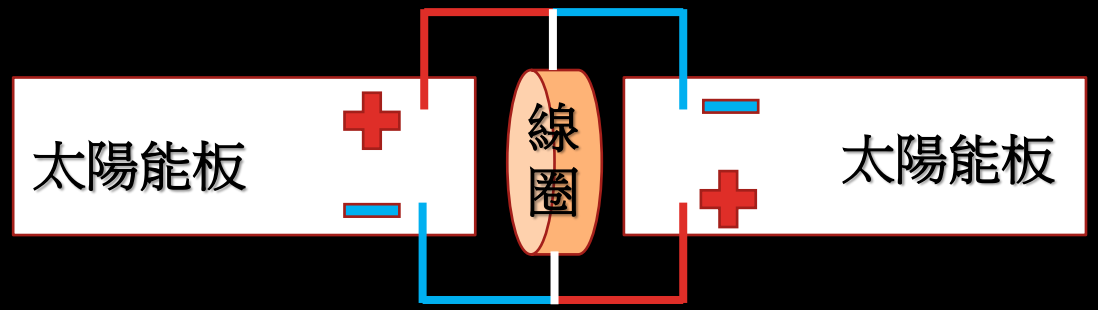
- 構造



- 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

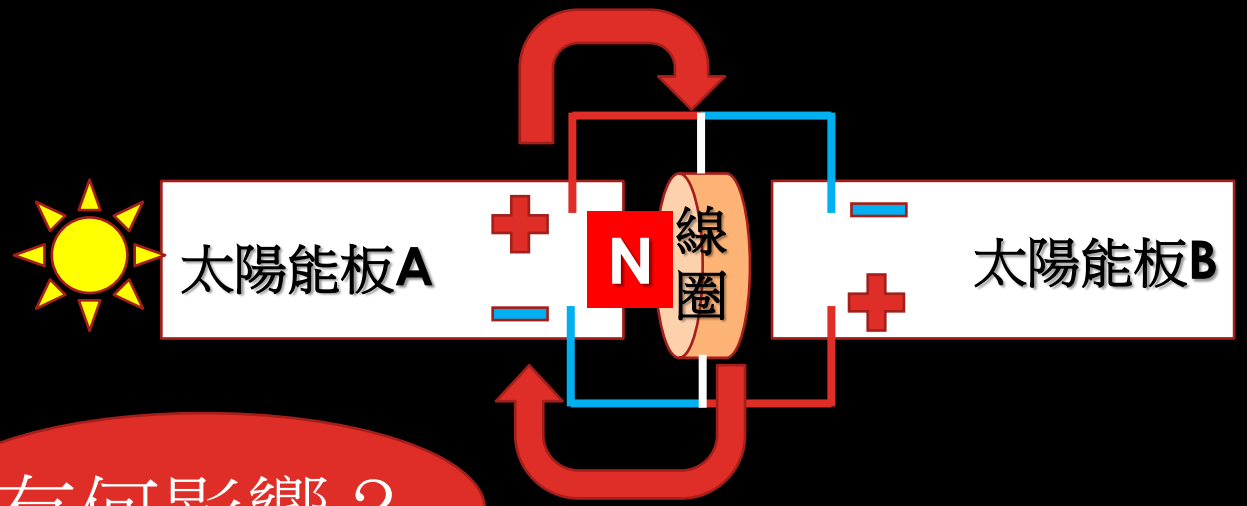
Q1：
照光方向與門多西諾馬達轉動方向的關係？

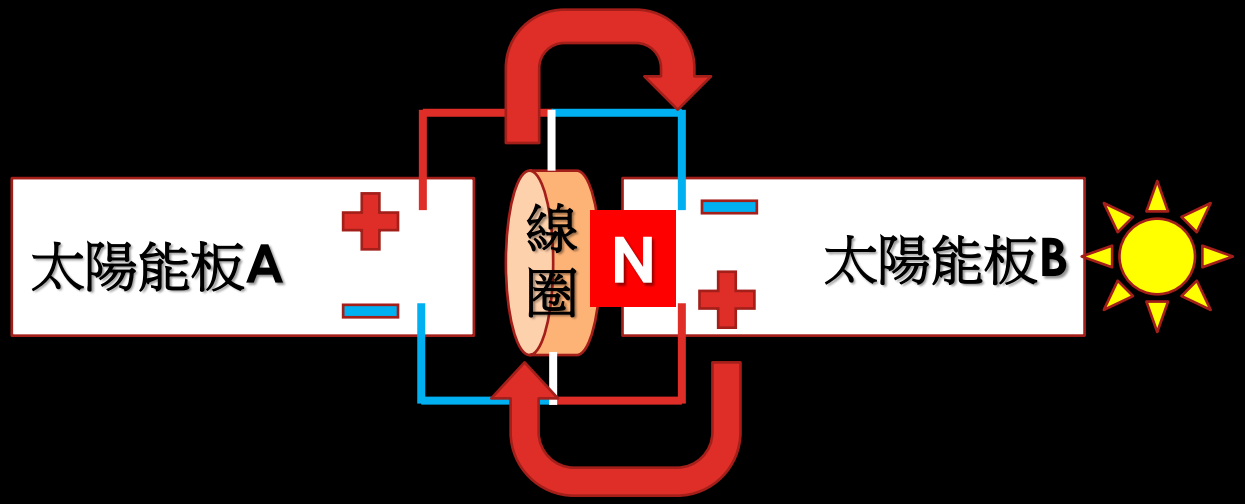
A：

兩片太陽能板對線圈的電流方向不同！

有何影響？

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。





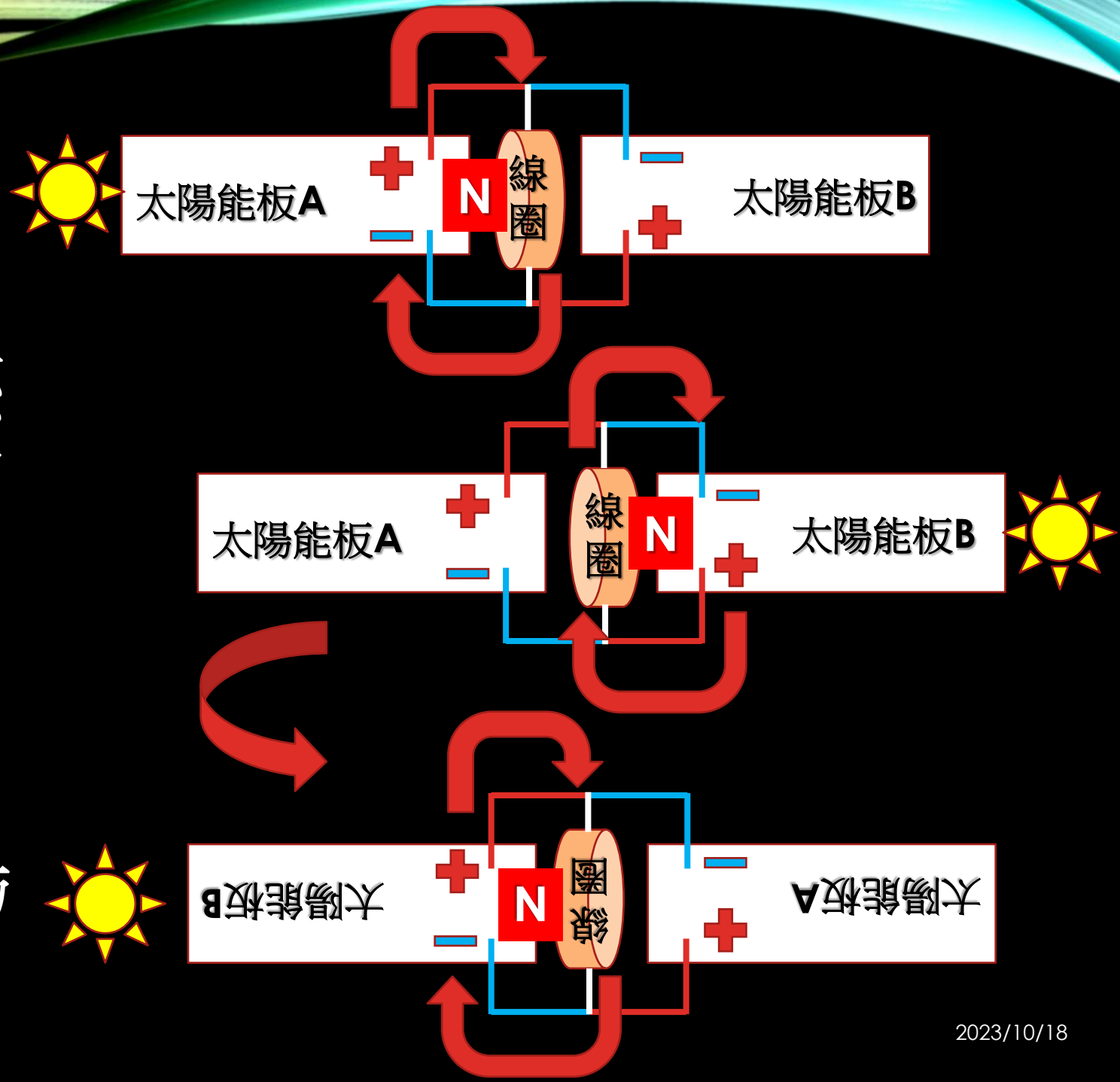
Q2：
為何門多西諾馬達會以固定方向持續轉動？

A：

單側照光時，雖然線圈的電流每半圈會改變方向…

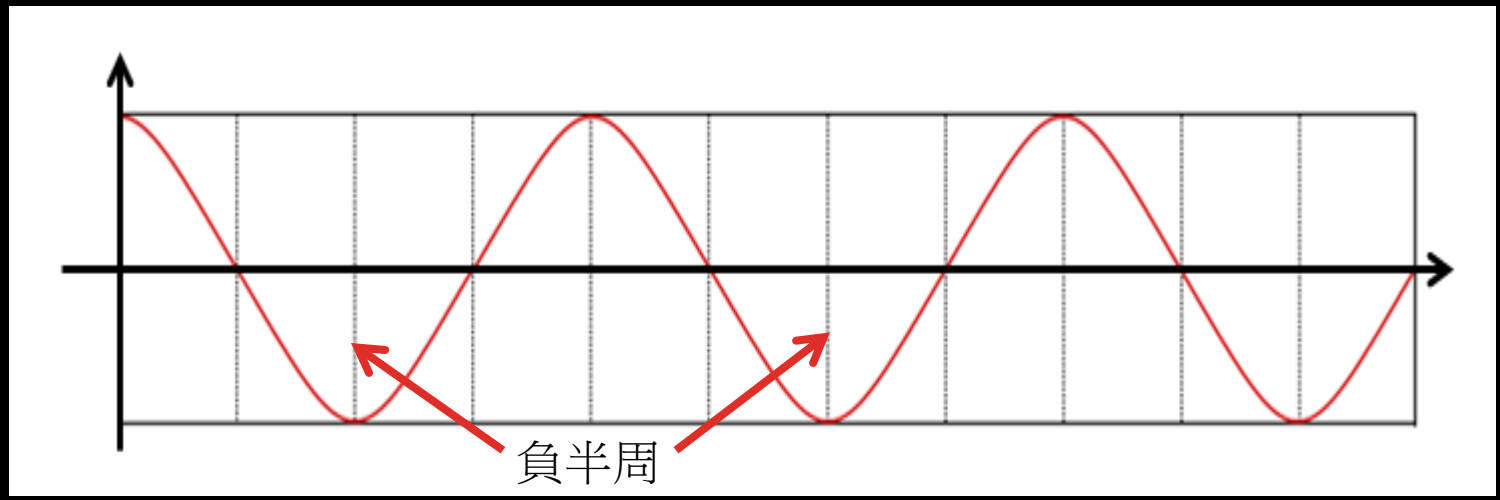
但是，因為旋轉，

所以，轉子的磁場始終固定方向！



多想一點點...

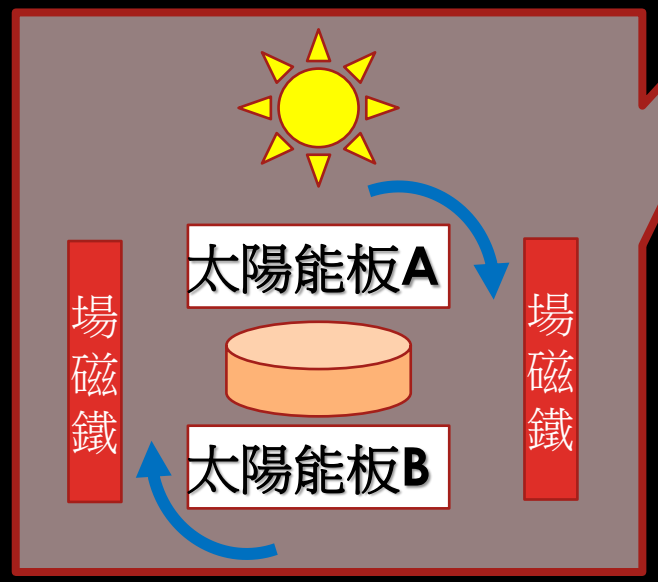
- 光強度固定下，太陽能板的電位差與照光角度θ關係與投影面積有關。
- 當太陽能板選轉角度為θ時，受光照射面積變為$\cos\theta$倍。

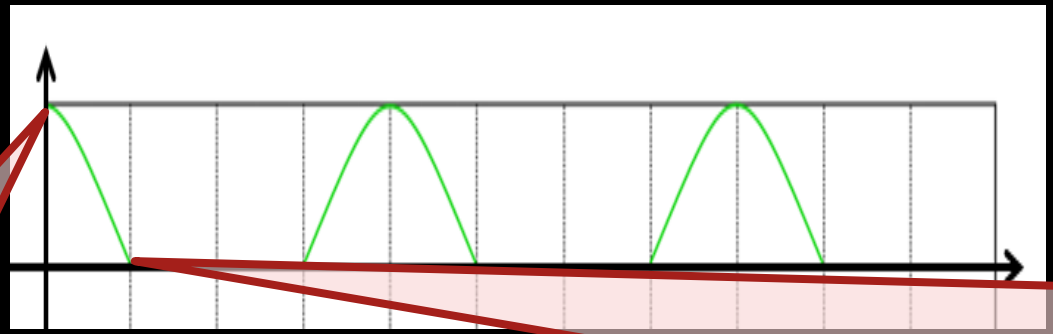


多想一點點...

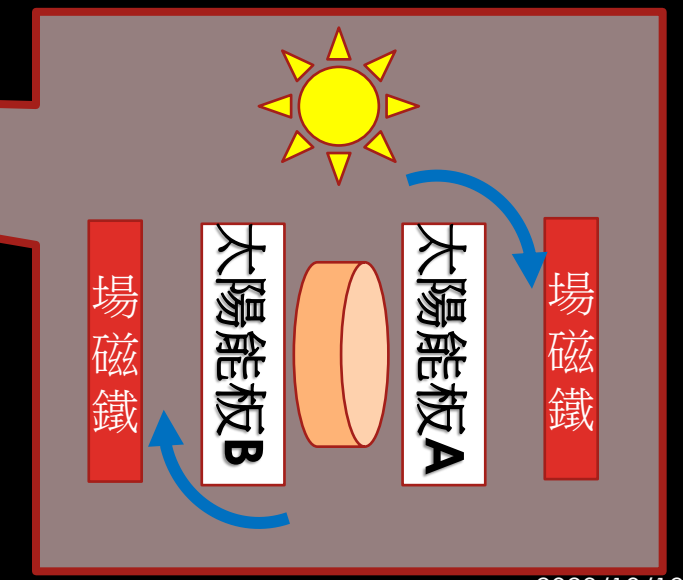
- 流入線圈的電流變化趨勢與電位差造相同。但是每片太陽能板只有半圈會受到光照。由光直射太陽能板A開始，線圈磁場大小變化如下

電流最大，磁場最強





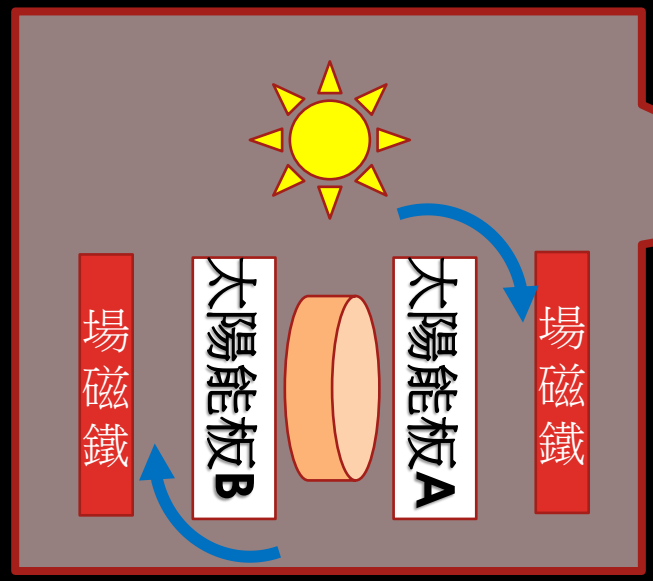
電流最小，磁場最弱

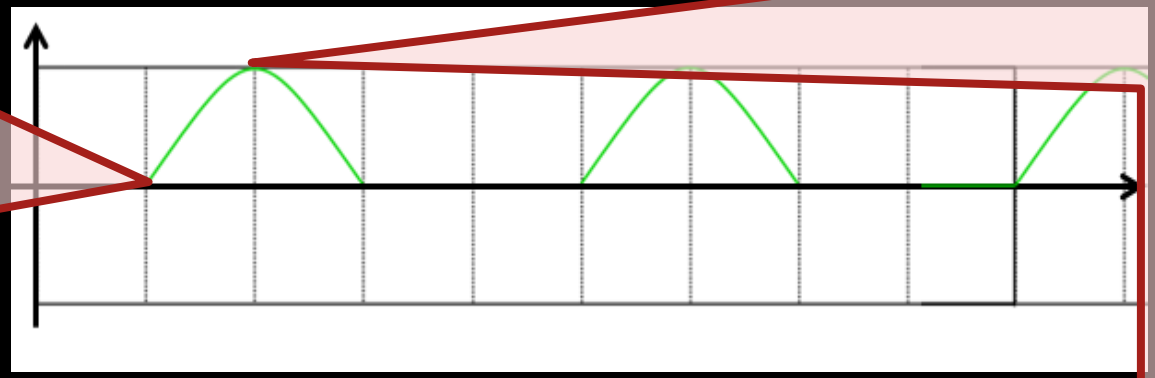


多想一點點...

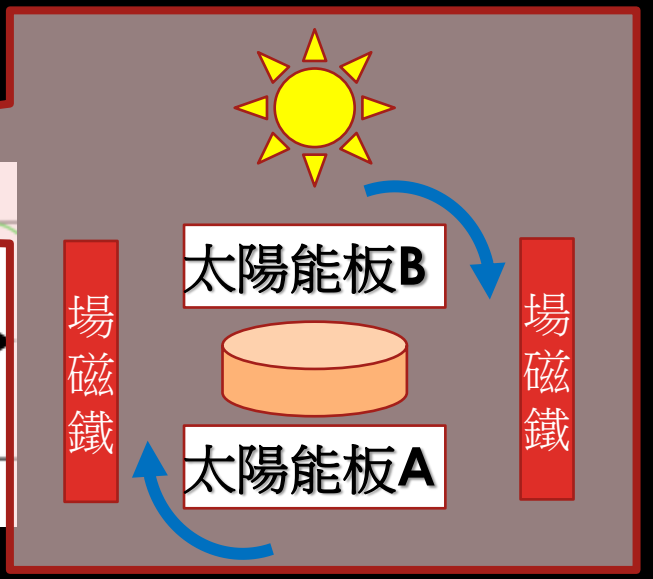
- 雖然線圈內電流反向，但是轉子亦旋轉180°，故轉子照光面磁場方向恆相同。而太陽能板B造成線圈磁場大小變化如下

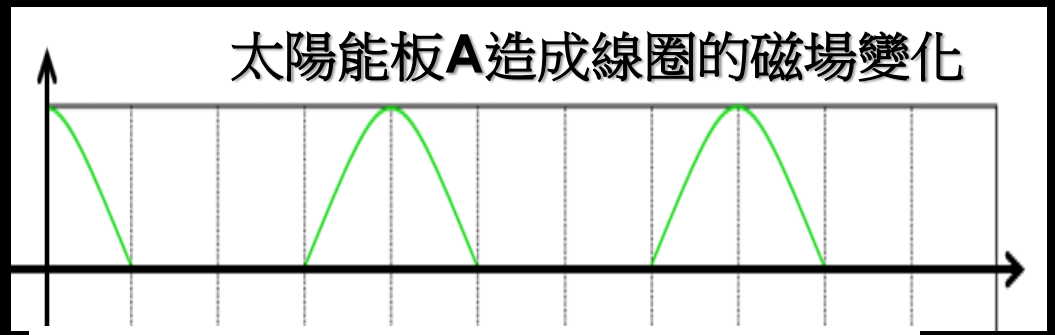
電流最小，磁場最弱

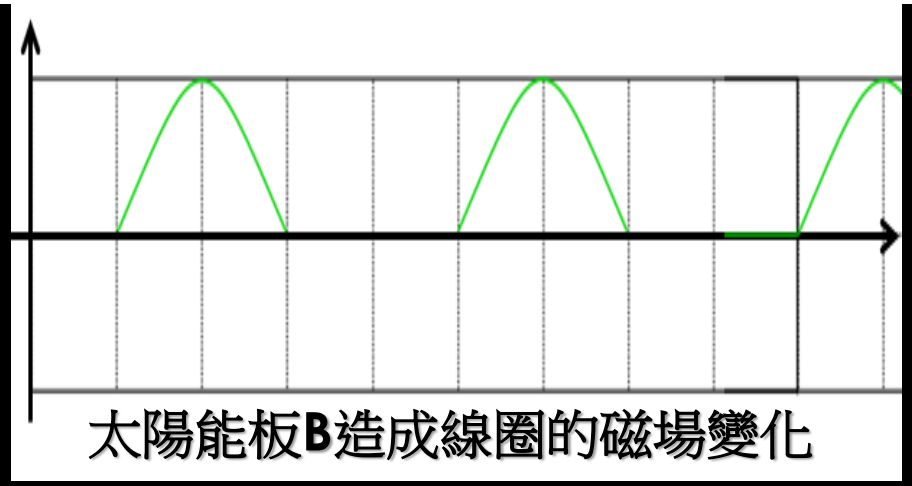


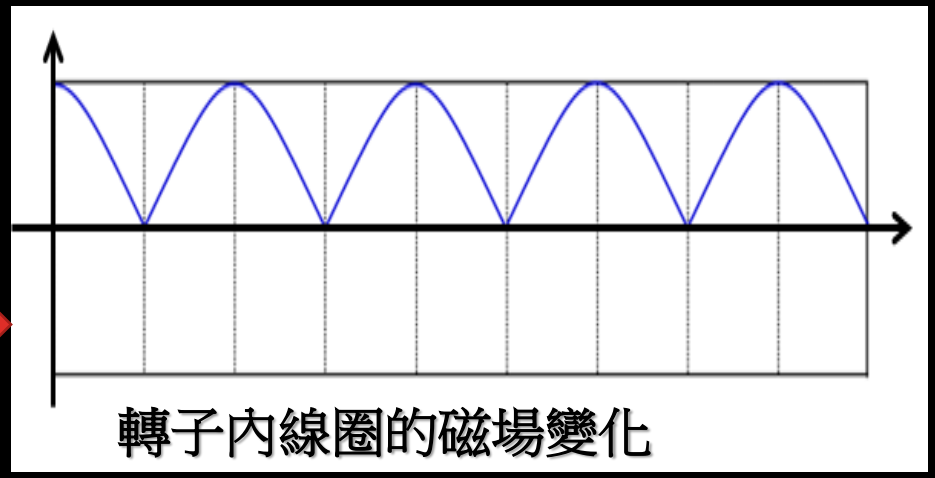


電流最大，磁場最強









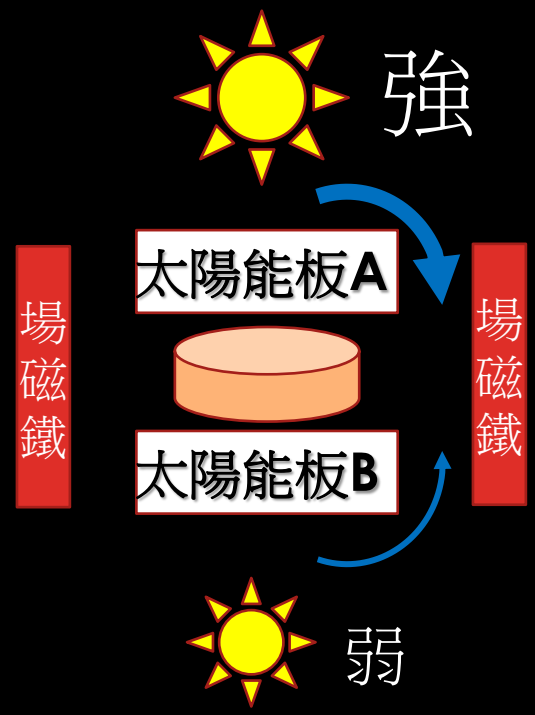
所以，單面照光下，
轉子會持續一直轉動！

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選轉方向。



- 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

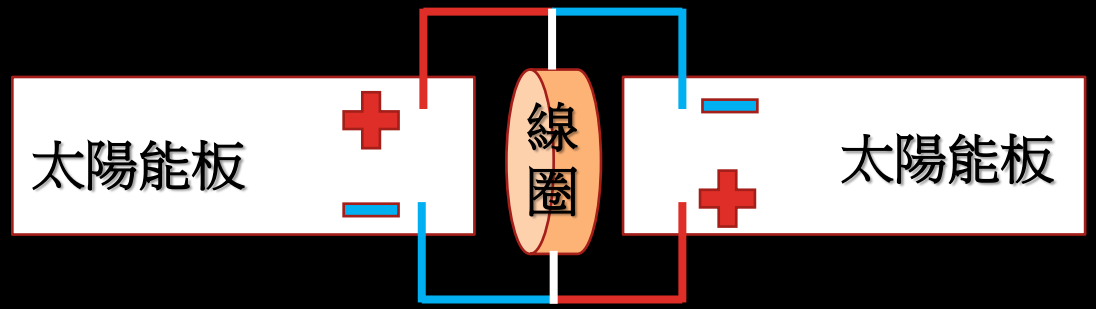
Q & A

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