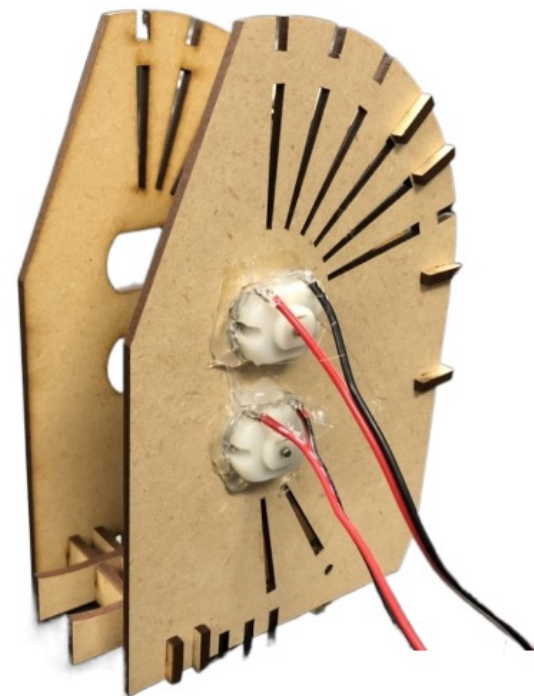


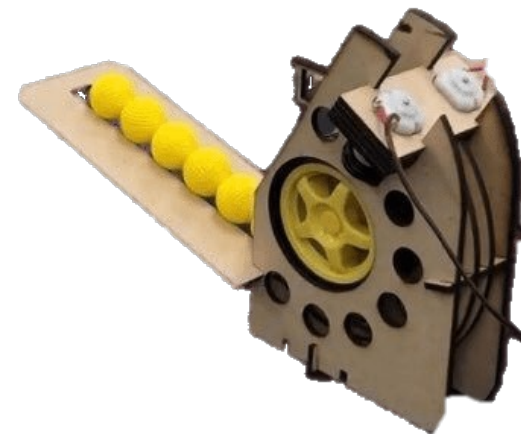
工程設計專題示例 — 發球機

桃園市立陽明高級中學 李文宏



INDEX

- 高中生活科技課本中的發球機
- 高中生活科技學藝競賽中的發球機
- 待解決問題分析
- 發球機試解
- 集球機構設計&設計
- Onshape繪圖 (發射頭&球道設計)



乒乓球發球機 (取自謳馨版高中生活科技課本)

依擊球的方式可分為：

圖 3.3.1 噴氣式發球機。



圖 3.3.2 彈力式發球機。

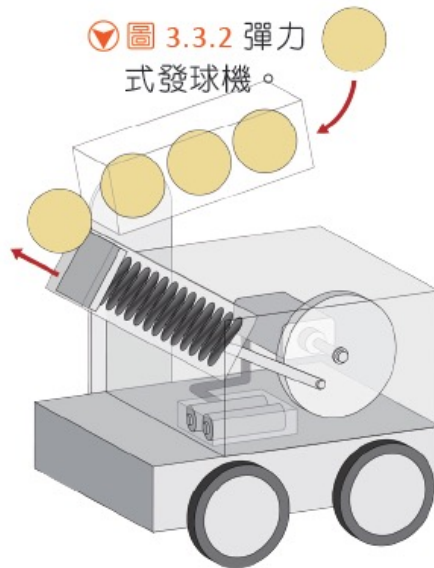
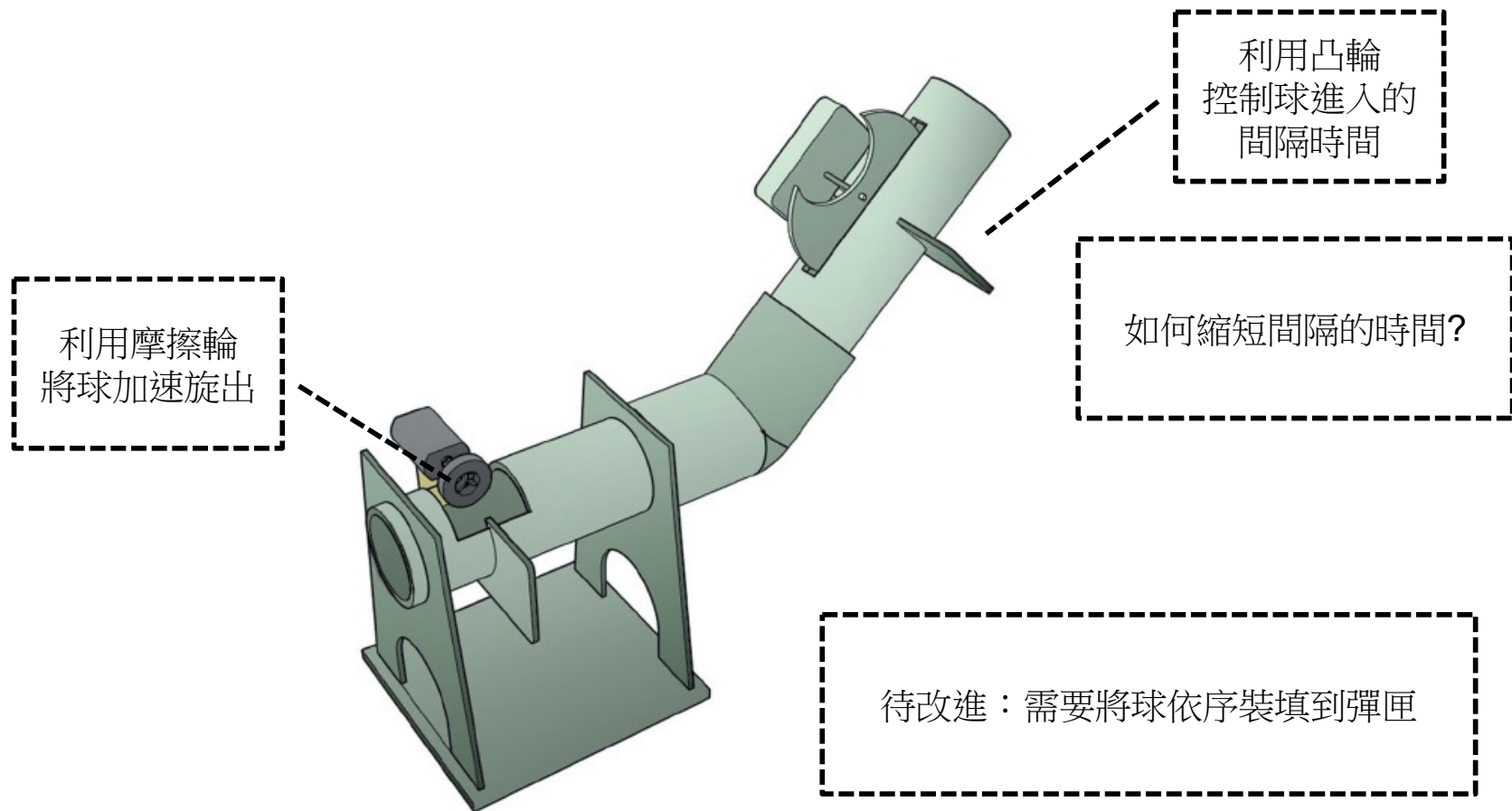


圖 3.3.3 輪轉式發球機。

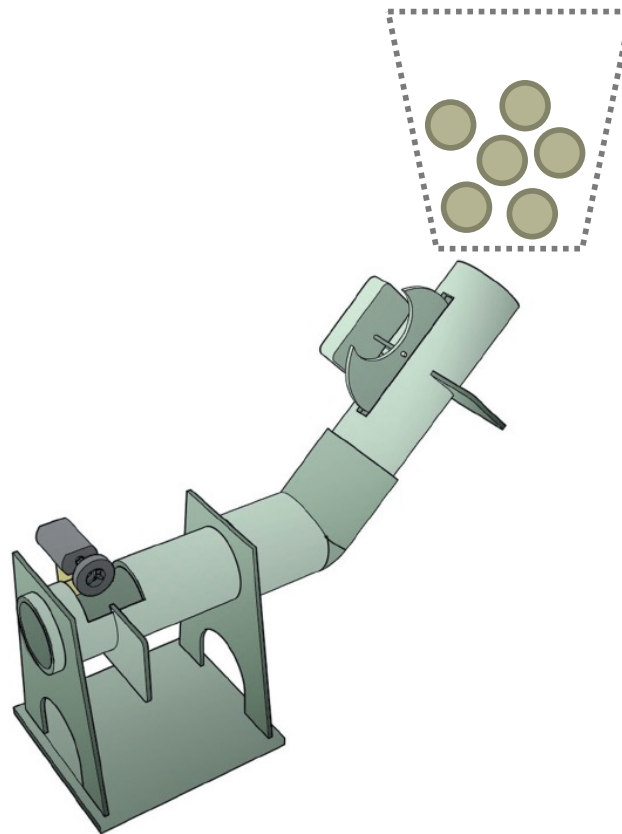


乒乓球發球機 (取自謳馨版高中生活科技課本)

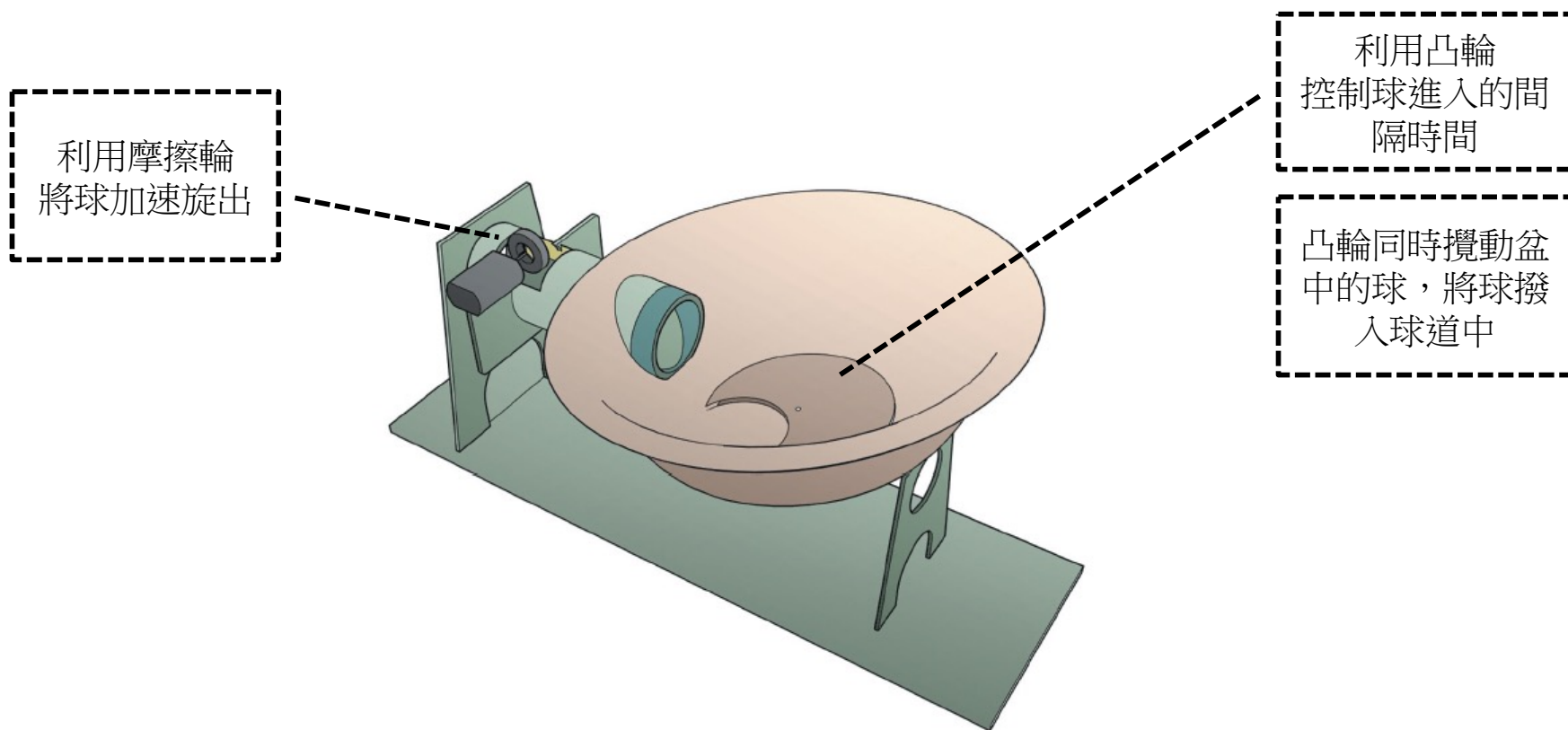


乒乓球發球機 (取自謳馨版高中生活科技課本)

在水管上裝一個漏斗或是盆子放球
能否改進需要依序裝填球的缺點？



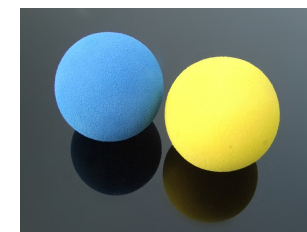
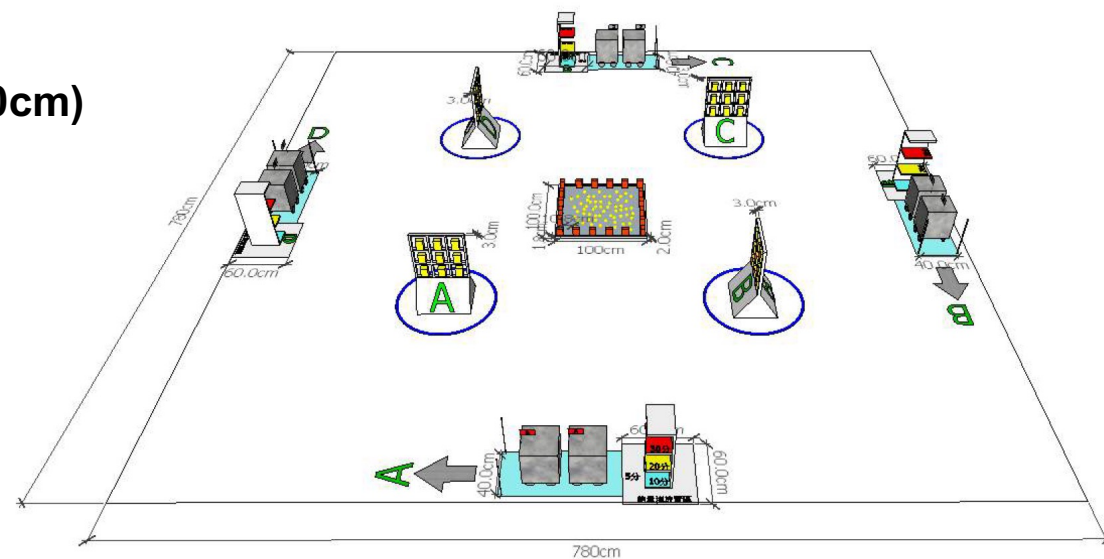
乒乓球發球機 (取自謳馨版高中生活科技課本)



待改進：盆子高度需要比球道高

高中生活科技學藝競賽

- 使用42mm EVA 泡棉球
- 蒐集球裝填至負責發射的機器人
- 擊倒九宮格上的木盒 (5×7×10cm)



高中生科競賽解題

利用吹氣完成撿球及射球



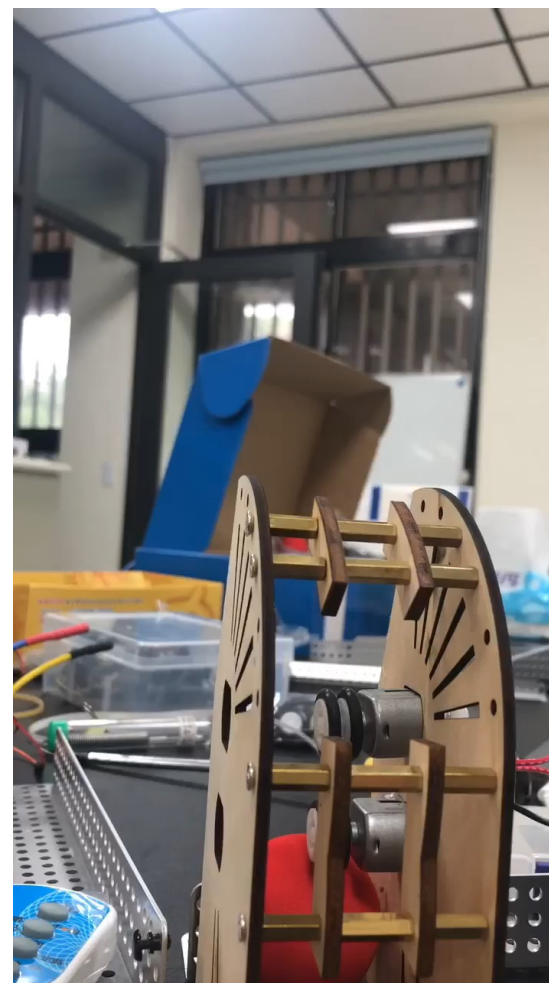
摩擦輪發球機

馬達轉速 **vs** 球飛行距離：

摩擦輪轉速越快，球發射初速越快，飛行距離越遠。

提高電壓可以提高馬達轉速，

但須注意馬達扭力是否足以帶動球。



摩擦輪發球機

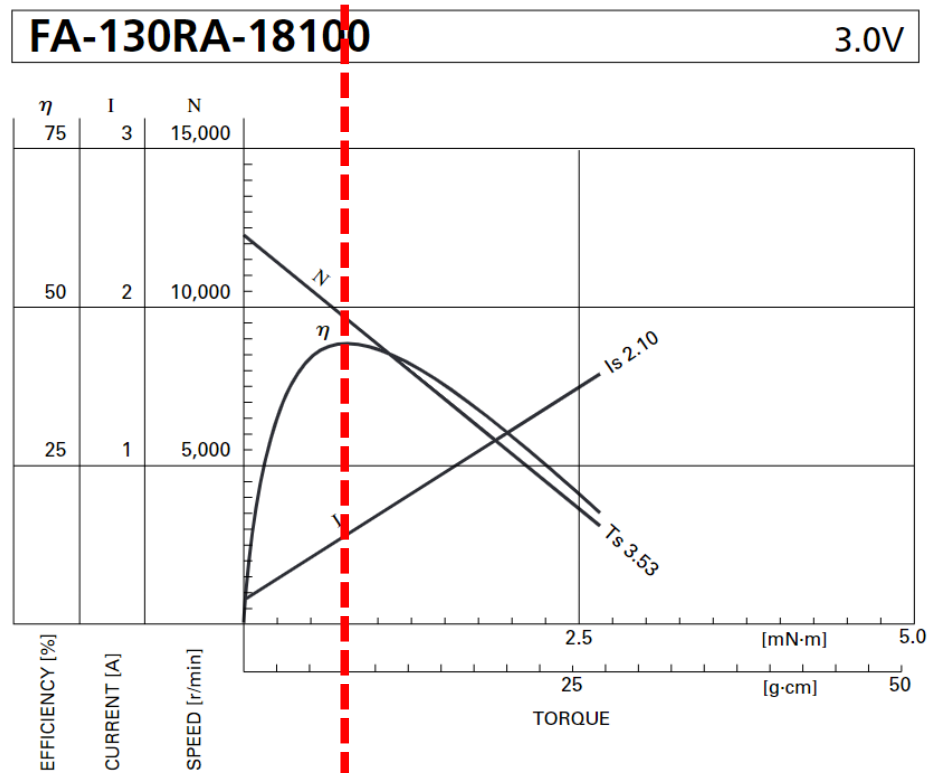
130馬達參數：

電壓：1.5V~ 3V

轉速：9700轉~12300轉

3V、0.5A下

轉速約10000轉，扭力約為0.75 g·cm



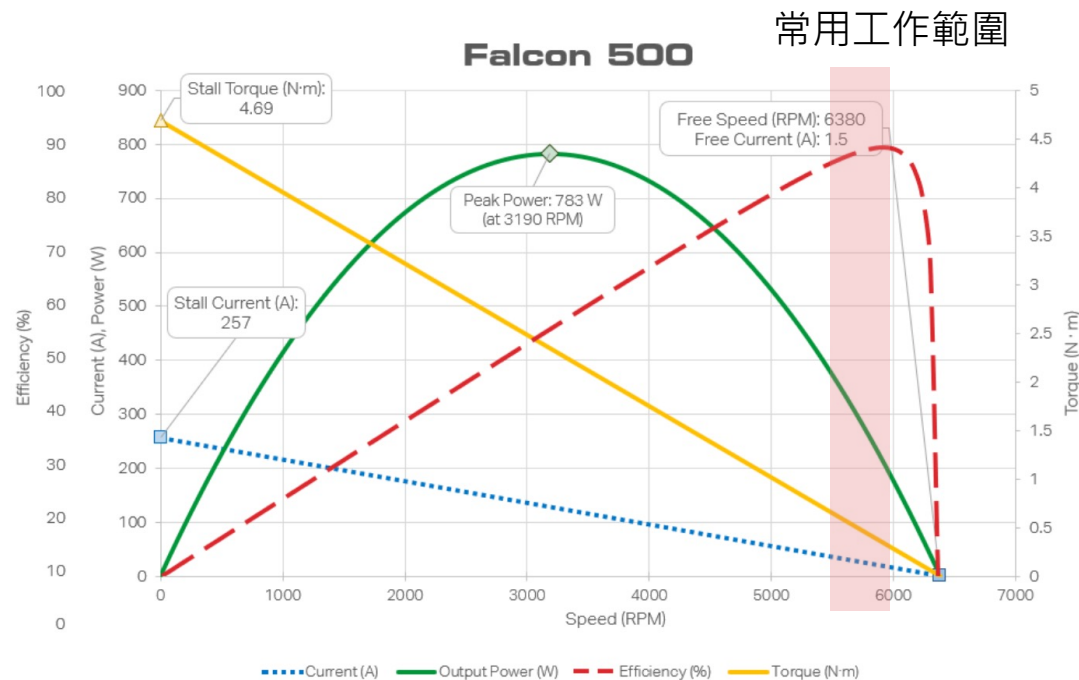
3V時，空轉電流顯示為0.14A，堵轉電流為2.1A；

補充：馬達的電流與扭力

(1) 堵轉扭力 $\neq$ 工作時能使用的扭力

(2) 應先測量工作時的轉速，
再查表推算能獲得的扭力及
需要的電壓

(3) 以左圖為例，在12V、5500轉時
工作電流約40A，能獲得的力矩
約0.5N·m，大約是5kg·cm

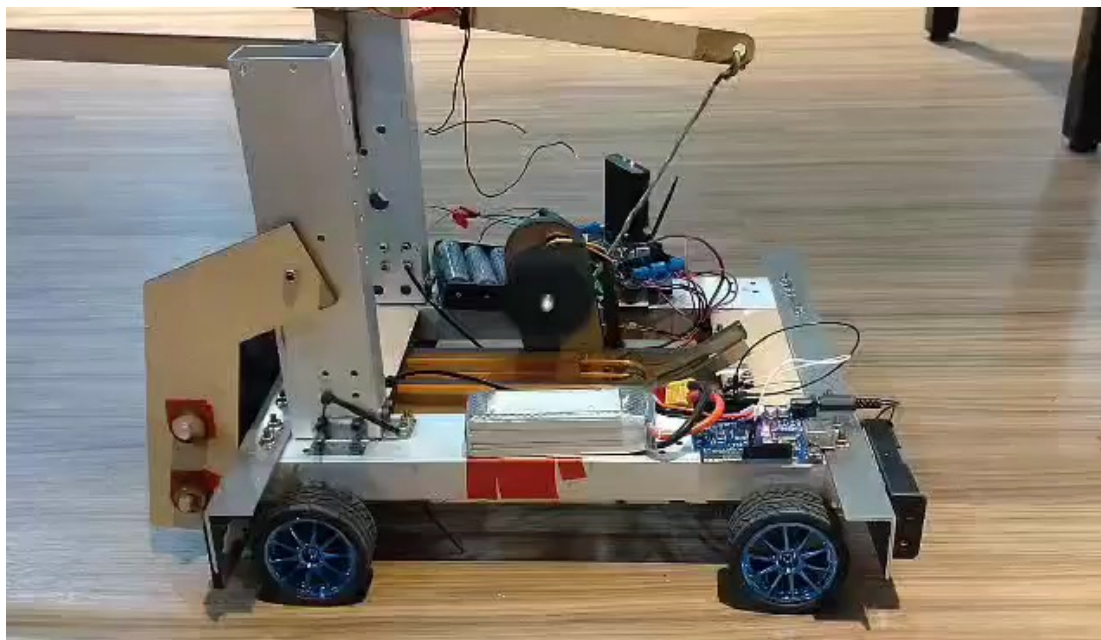


高中生科競賽解題

(1) Intaker — 滾筒

(2) Conveyor — 皮帶

(3) Shooter — 摩擦輪



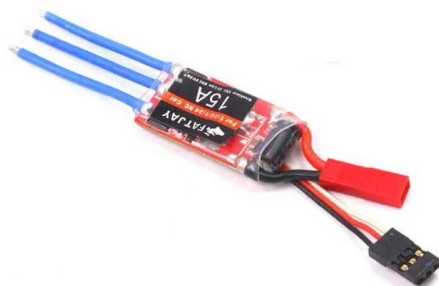
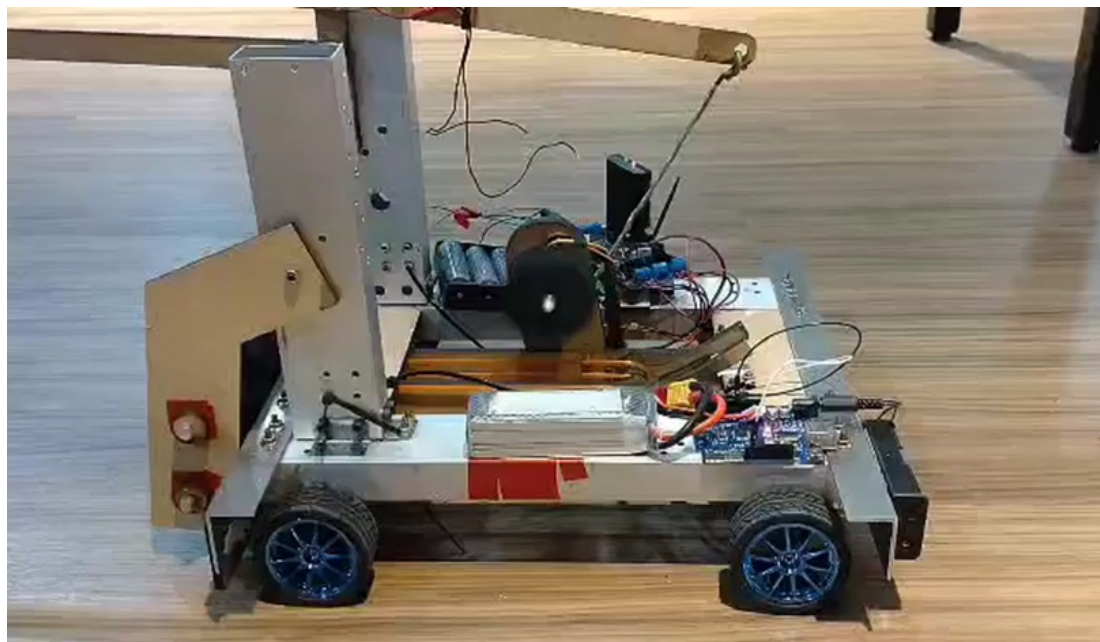
高中生科競賽解題

增加球初速的方法

(1) 換大功率馬達

(2) 二次加速

(3) 加掛飛輪



飛輪應用於發球機構

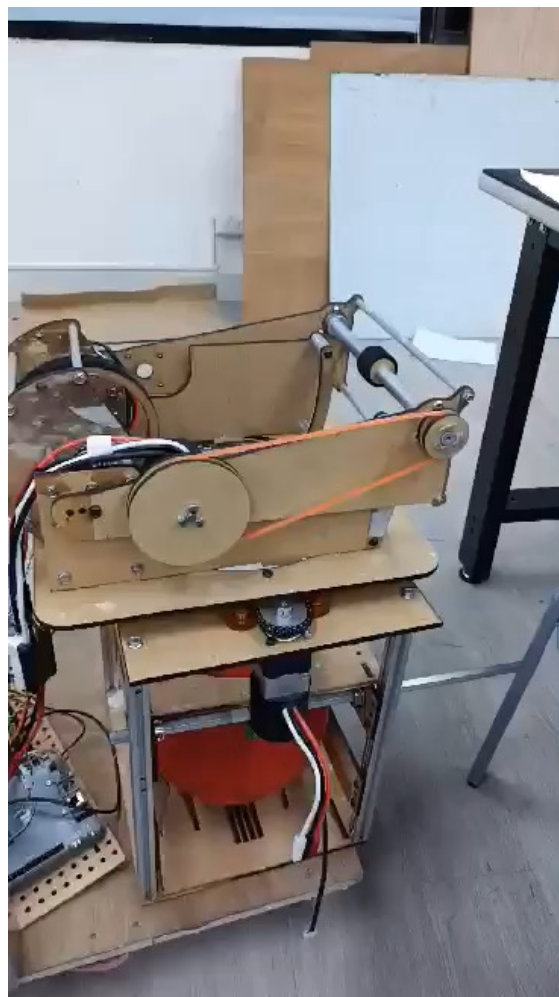
飛輪為儲存旋轉動能的機械裝置

- (1) 儲存能量後輸出，提供比馬達直驅更快的初速。
- (2) 減少轉速的波動，縮短連續擊球的間隔時間

缺點：需要啟動時間、造成機構震動

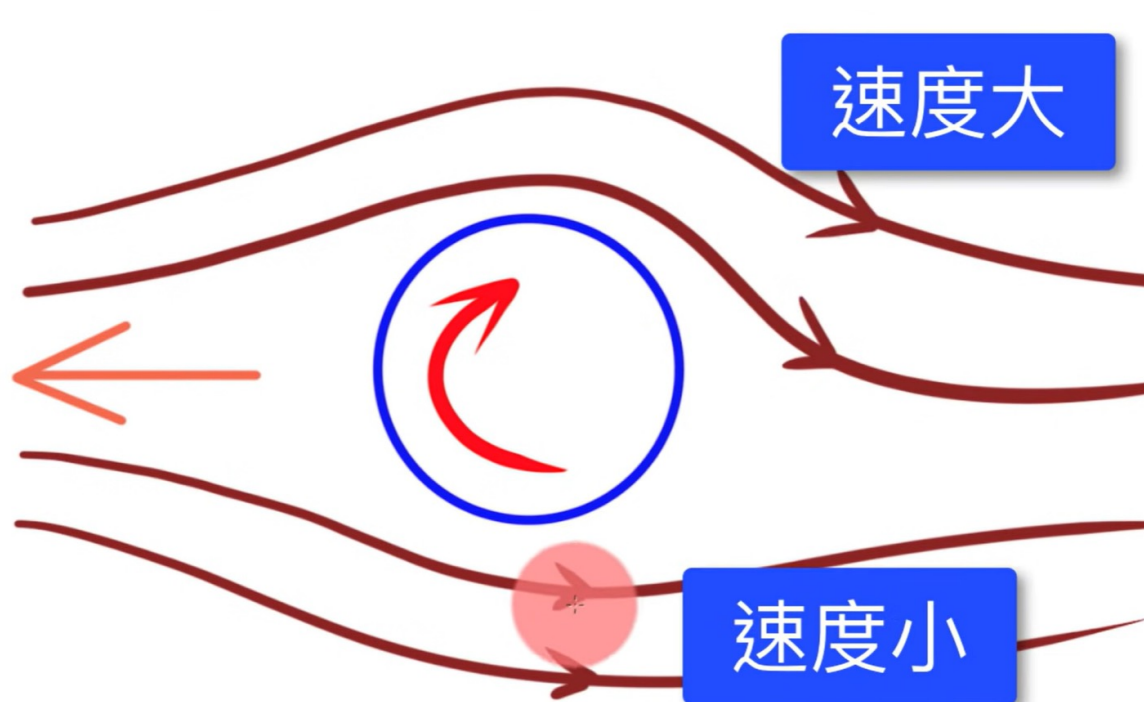


馬達共振對機構的影響



補充：馬格努斯效應

注意球的旋轉方式，避免馬格努斯效應引起的左右飄移



【Fun科學】怎麼不是拋物線？馬格努斯效應

引用自 佑來了 <https://youtu.be/bsW7fu-ilc4>

待解決的問題？

要設計一台摩擦輪發球機，需要考慮...

？

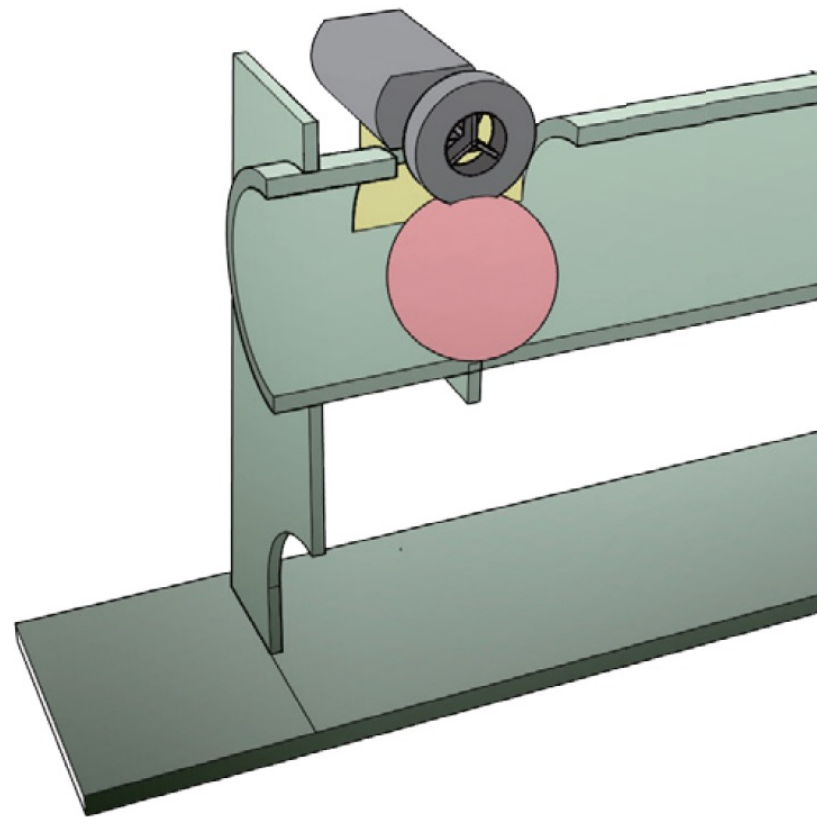
？

？

？

？

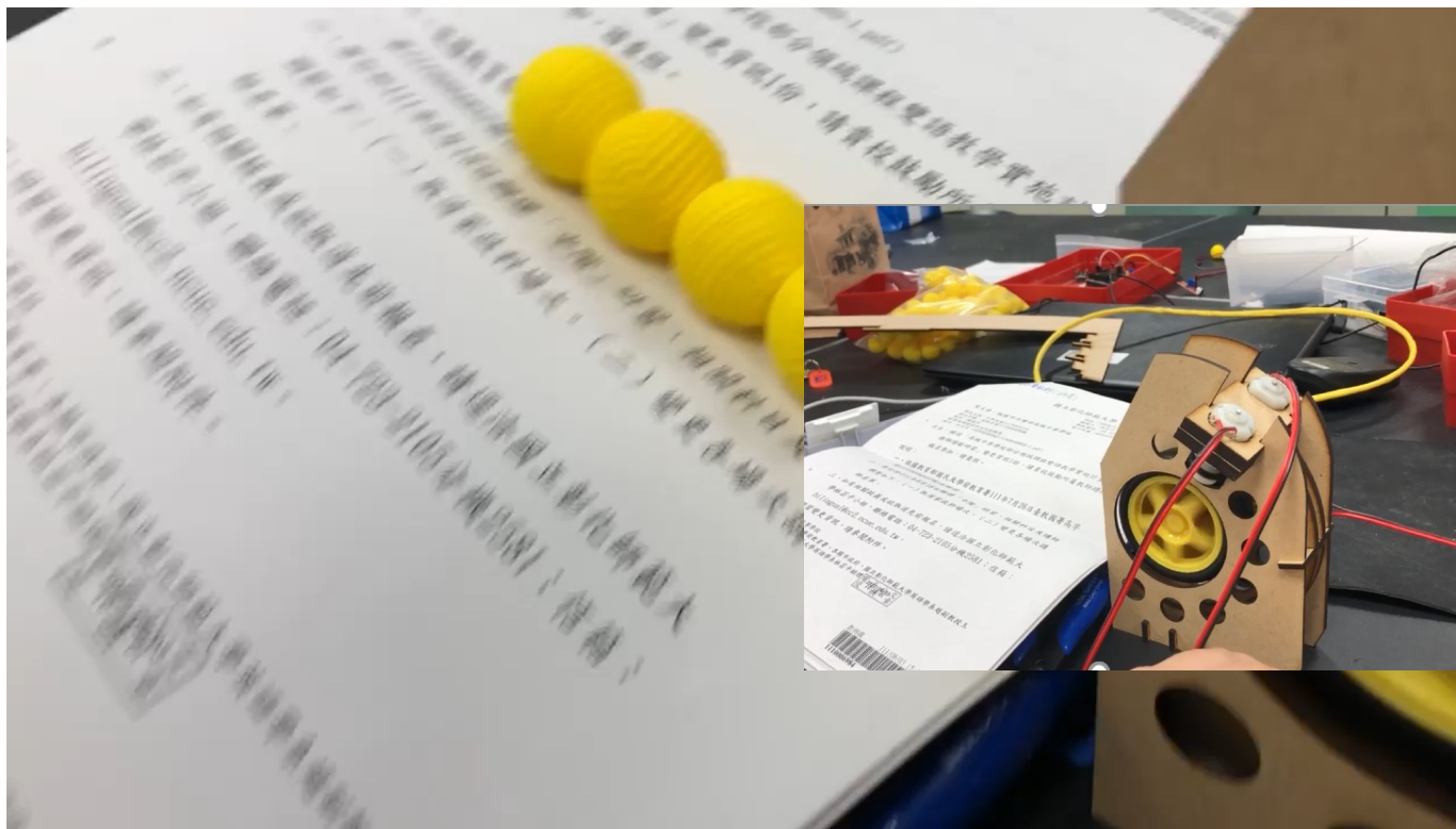
？



評分參考(取自謳馨版高中生活科技課本)

項目	說明	分數
學習歷程記錄	學習活動手冊之活動學習紀錄單，包含心智圖、蒐集資訊、構想分析、草圖、模型工作圖、工作計畫、檢核表、檢討改進表，及最佳化與再次設計。	25%
作品機能	依界定問題之發射動力、選球機構，及功能檢核表檢視作品達到的機能。 界定問題之發射動力：彈力式、輪轉式、噴氣式；選球機構：固定時距、週期性不固定時距。 功能檢核表： 1. 選球機構能穩定分球。 2. 發球裝置能穩定擊發。 3. 擊出有效發球。 4. 連續擊球成功。 5. 達到固定時距的發球。／達到週期性不固定時距的發球。	45%
造型設計	作品外觀與構造的精緻度、美感、獨特性及創意度。	10%
學習態度	包含個人學習表現及團隊合作的參與表現。由課程的參與度、加工過程的操作安全與環境維護等方面評量之。	20%

發球機試解

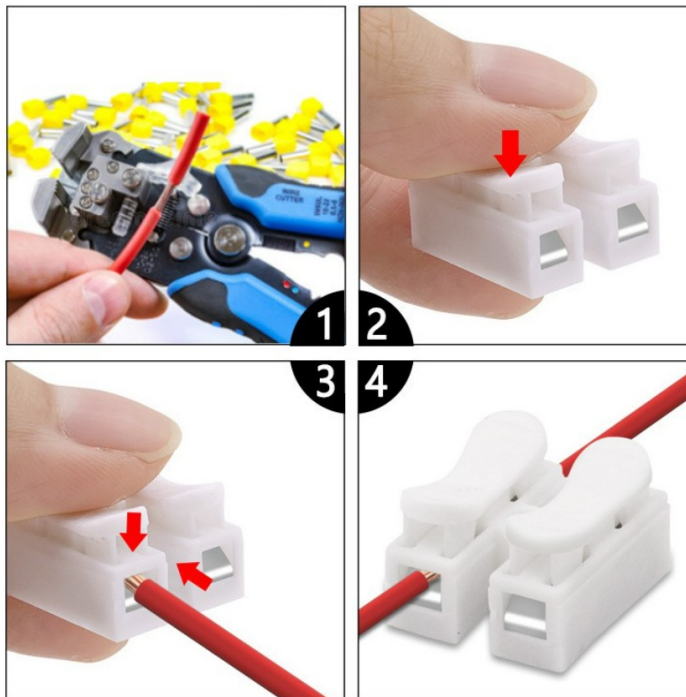
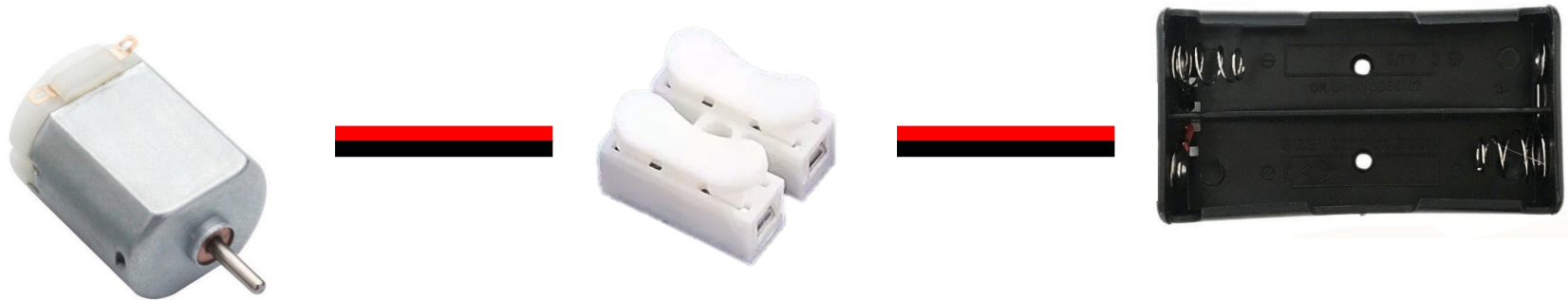


材料清單

發球機材料組(每份內容如下)

雷切底板	1片	https://drive.google.com/open?id=11NJU3ACqyEfmaK6vCWakIn8QEdSZL1gM&authuser=whlee1990%40gmail.com&usp=drive_fs
三號雙節電池盒(開關)	2個	
三號電池	4個	
TT馬達(1:48) + 輪胎	1組	
塑膠輪(Ø17mm,孔2mm)	4個	https://www.ruten.com.tw/item/show?21819012483403
130小馬達	2個	
紅黑電源線(100cm)	1條	
接線端子	2組	https://www.ruten.com.tw/item/show?21643109124979
M3x25mm螺絲螺帽	2組	
PU球	3顆	https://www.ruten.com.tw/item/show?21812804077921

配線圖

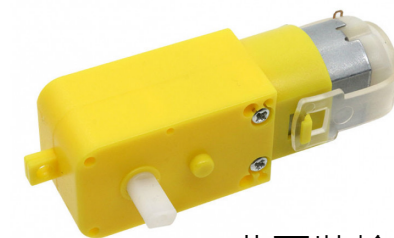
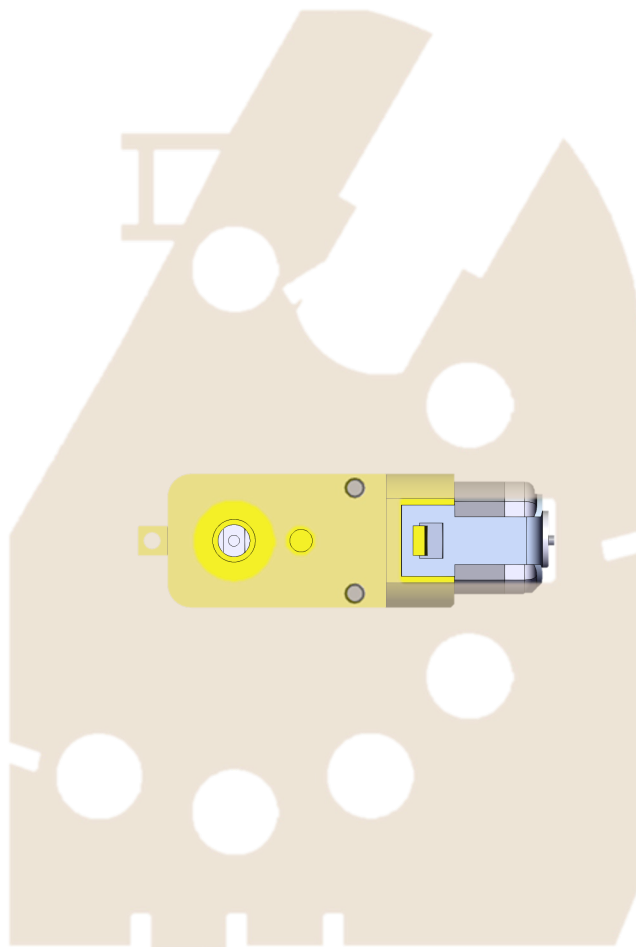


[參考連結](#)

組裝

TT馬達(凸點朝上)，蓋上木板後鎖上螺絲固定

裝上輪胎



此面裝輪胎

注意卡榫方向

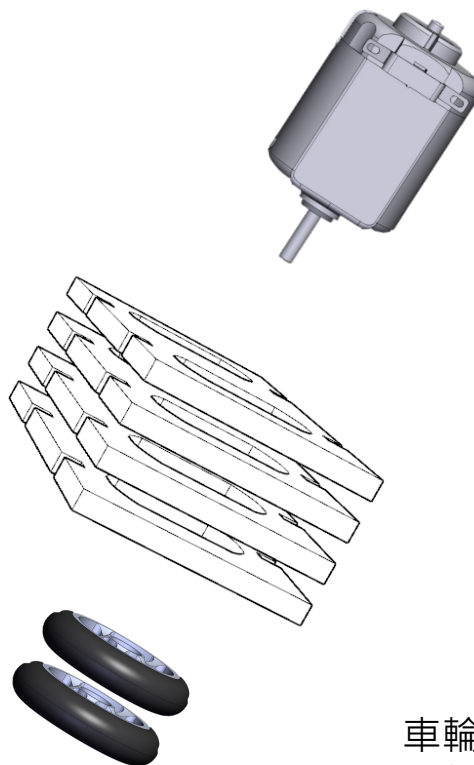


組裝

將130馬達套入支架中
再安裝兩顆車輪

馬達安裝完成後放入泡棉球
測試輪距是否合適

若須微調可以手暫時固定
並以熱融膠黏緊



車輪
直徑17mm
孔徑1.95mm

<https://www.ruten.com.tw/item/show?21819012483403>

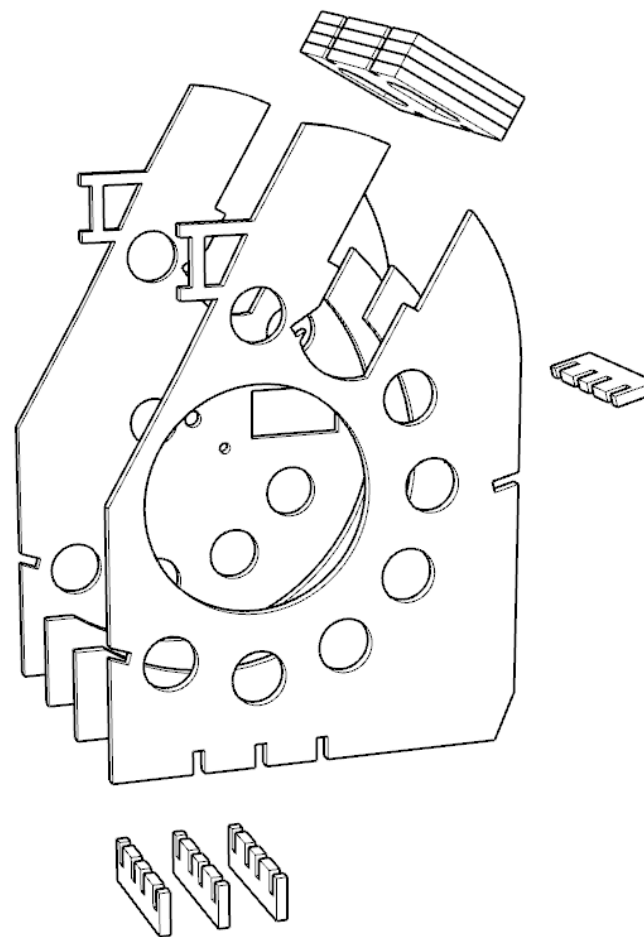
組裝

TT馬達裝上輪胎

排列側板、軌道後插入卡榫
並以熱融膠固定

套入發射頭

調整TT馬達、發射頭馬達轉向



修正&測試

請試著利用白玉卡紙製作一個集球區

是否需要手動將球排好？

注意球進入球道時是否存在干涉？



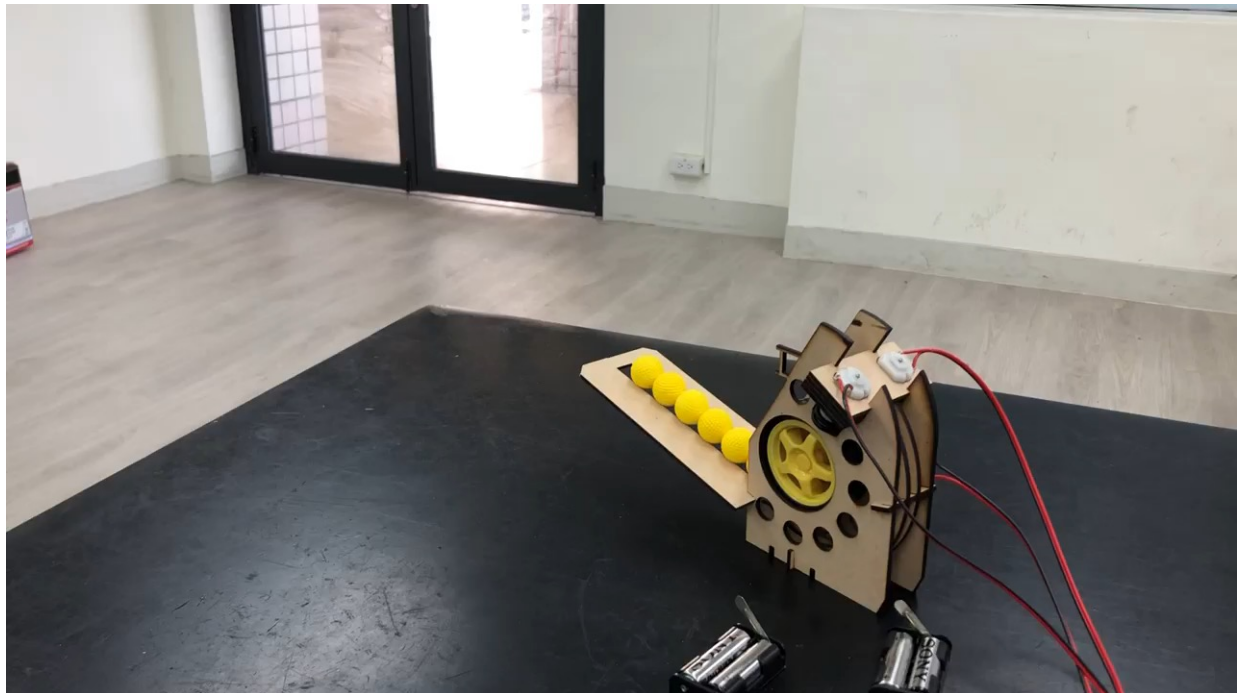
修正&測試

請試著利用白玉卡紙製作一個集球區

是否需要手動將球排好？

注意球進入球道時是否存在干涉？

如何解決連發球速下降問題？

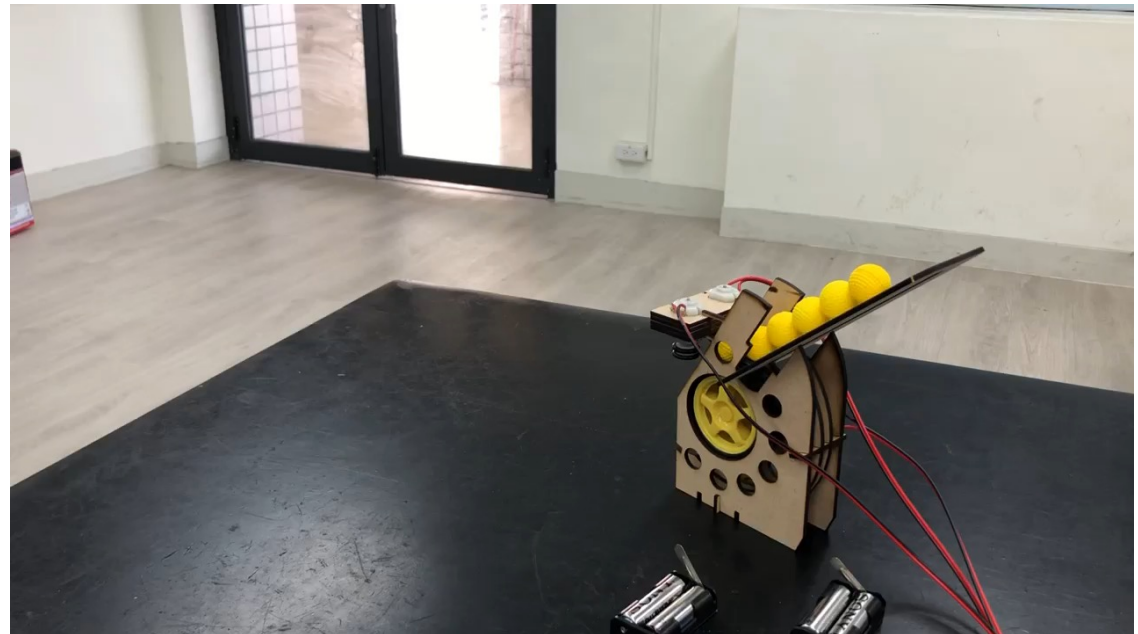


胎死腹中的設計

請試著利用白玉卡紙製作一個集球區

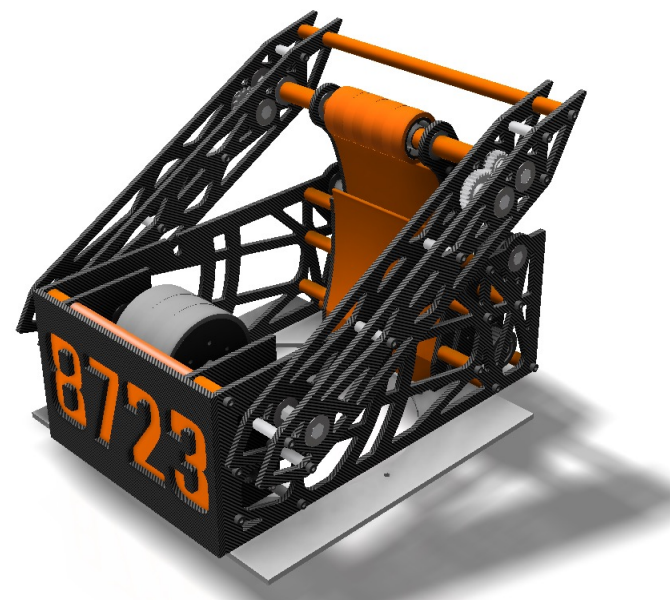
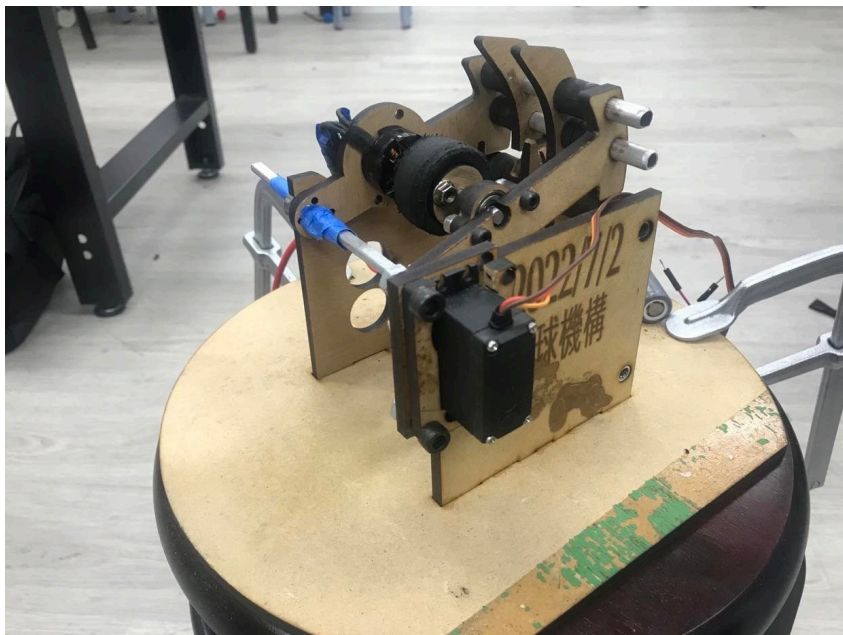
是否需要手動將球排好？

注意球進入球道時是否存在干涉？



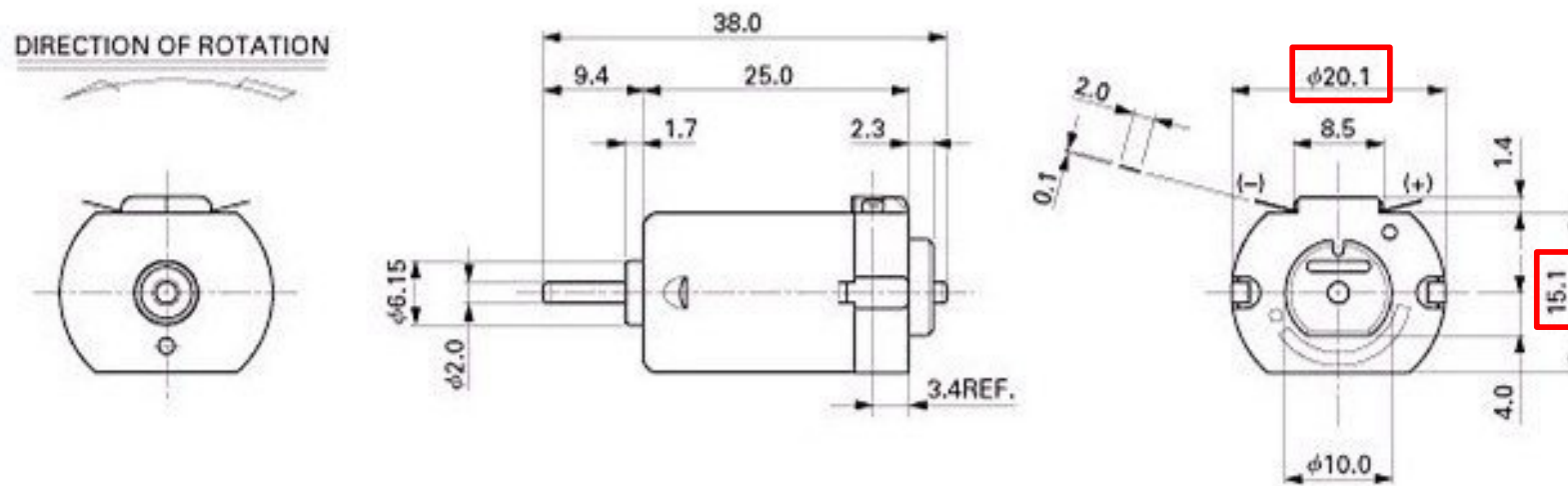
未來發展

可調仰角的發射頭



Onshape繪圖練習

尺寸:



Onshape繪圖練習

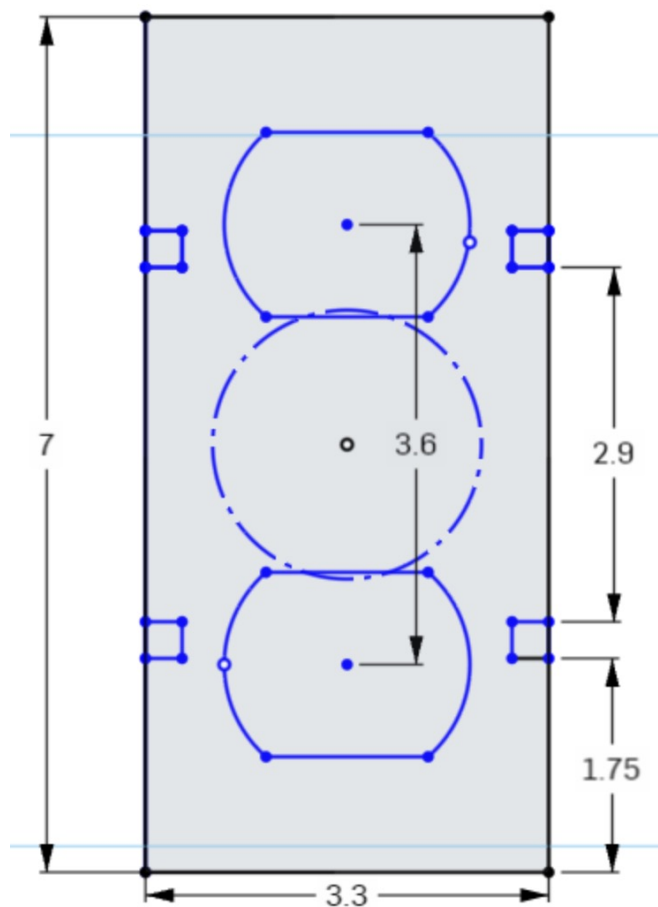
發射頭設計

關鍵尺寸：

摩擦輪中心距3.6cm

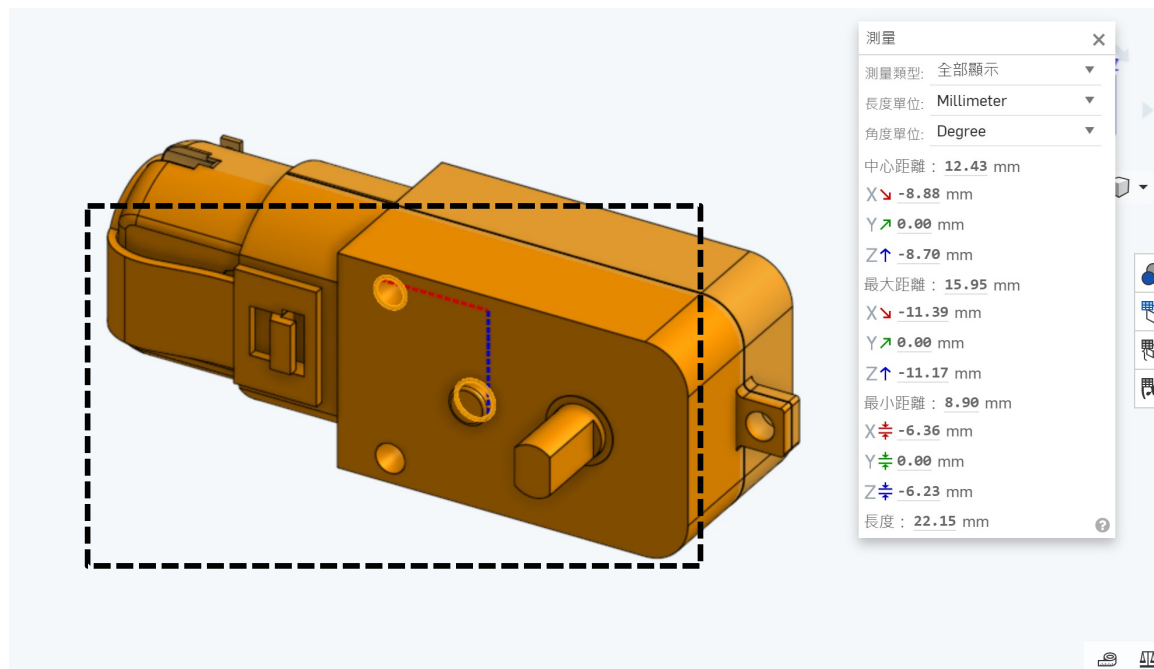
側板間距離2.9cm

軌道間距離0.6cm

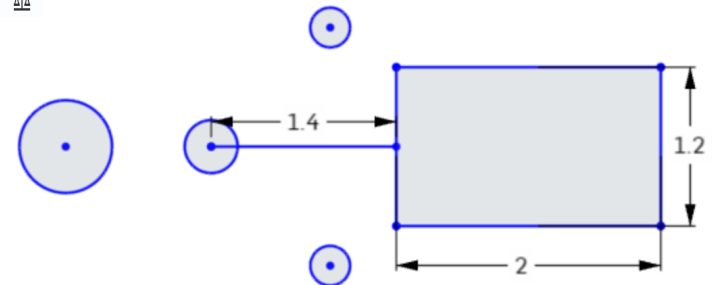
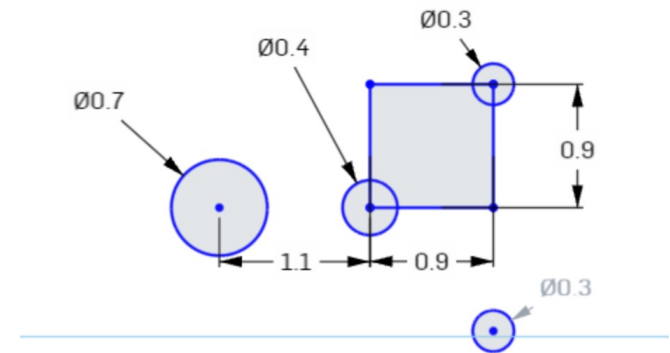


Onshape繪圖練習

側板設計(1) 善用onshape測量工具，量測並規劃TT馬達鎖點



<https://cad.onshape.com/documents/9d6945156d7795c520a9bdb1/w/35bc401fafec46a3e6aa1bb2/e/b529fd33174f1896d6382262>



Onshape繪圖練習

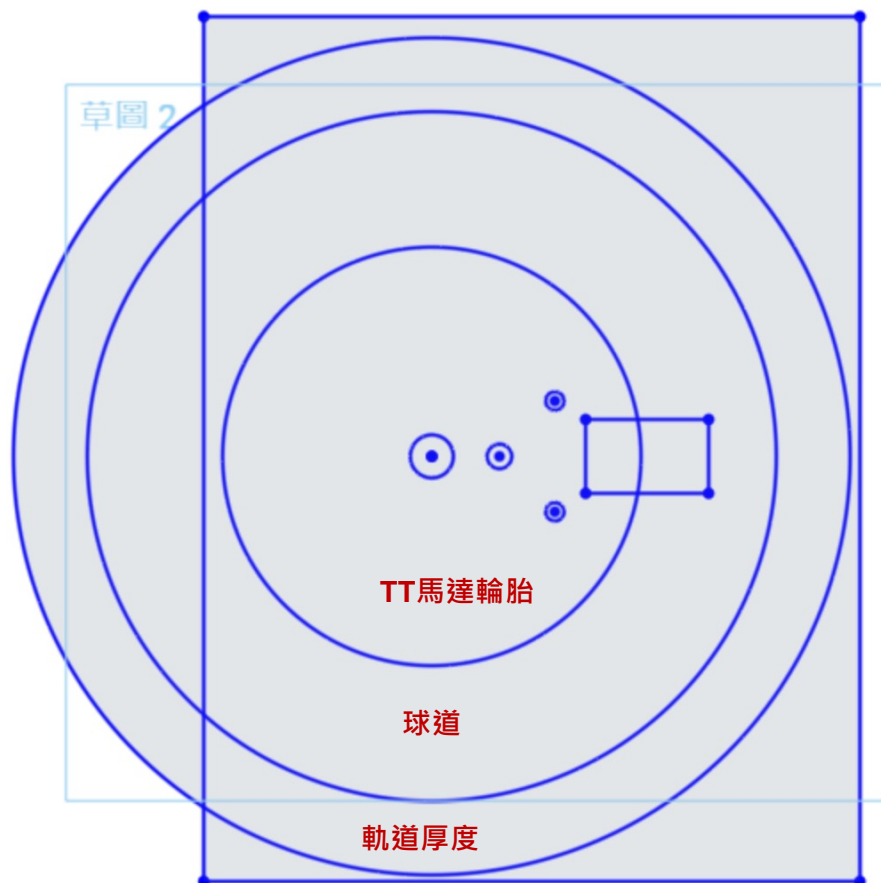
側板設計(2)

關鍵尺寸

TT馬達輪胎直徑 6.8cm

Rival 泡棉球直徑2.2cm

軌道厚度1.2cm



Onshape繪圖練習

側板設計(3)

關鍵尺寸

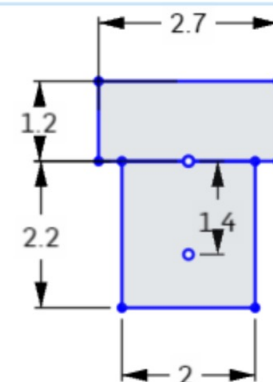
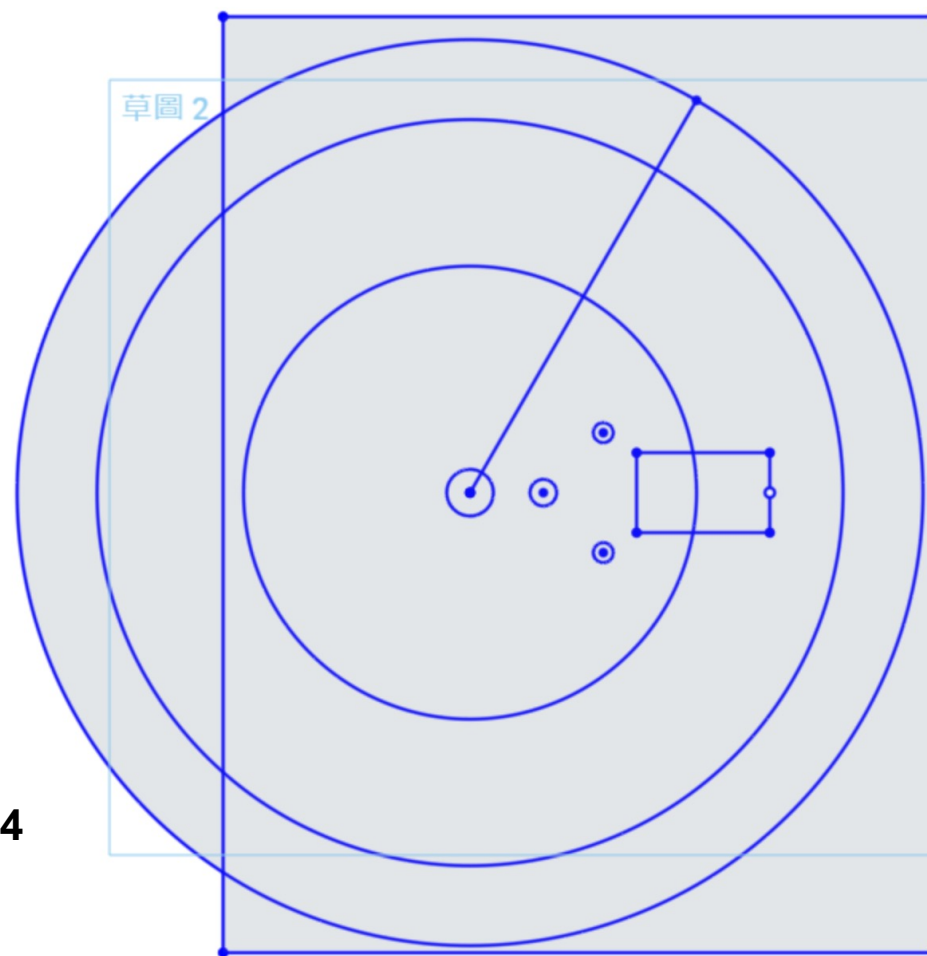
發射仰角60度

馬達支架2.7x1.2

馬達&輪占用空間
2.2 x 2.0

試推算擊球位置

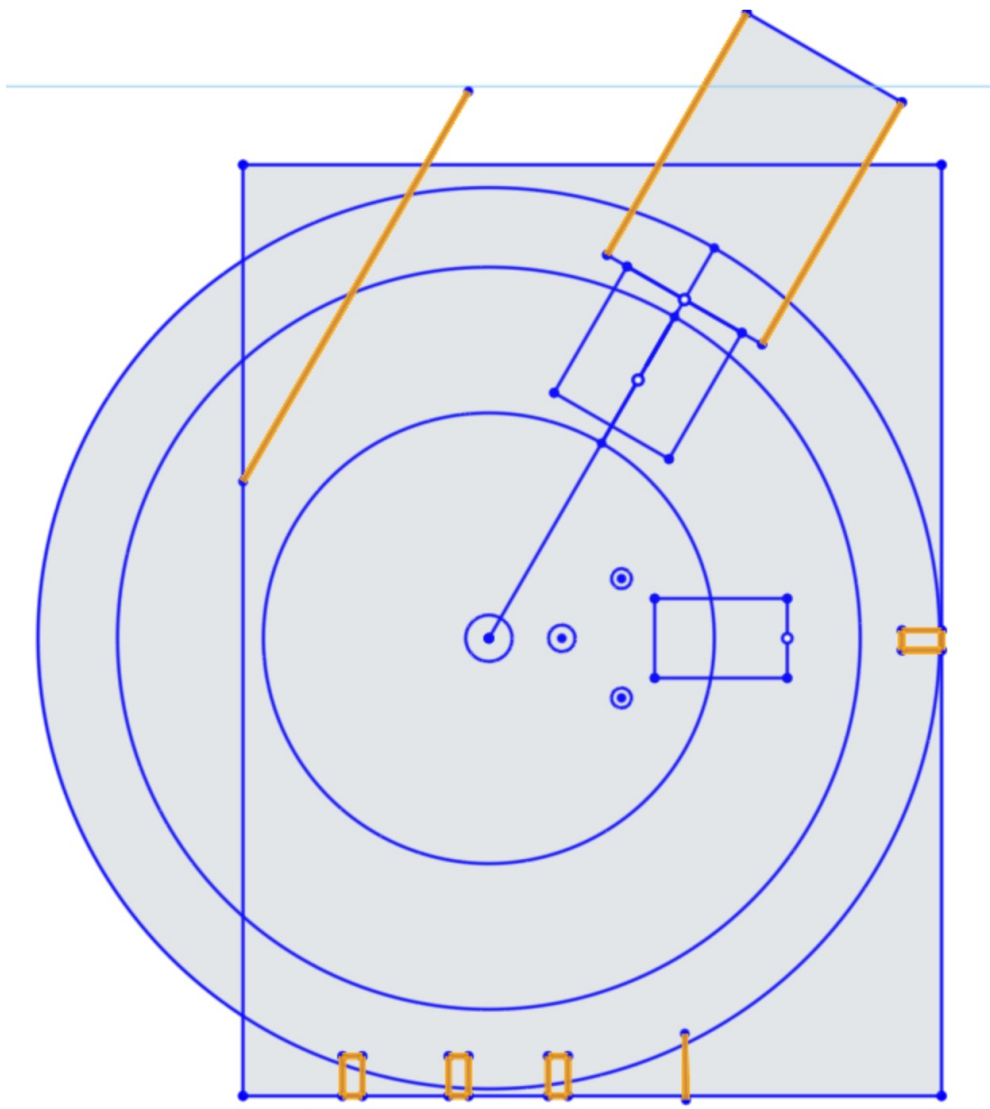
擊球位置距支架約1.4



Onshape繪圖練習

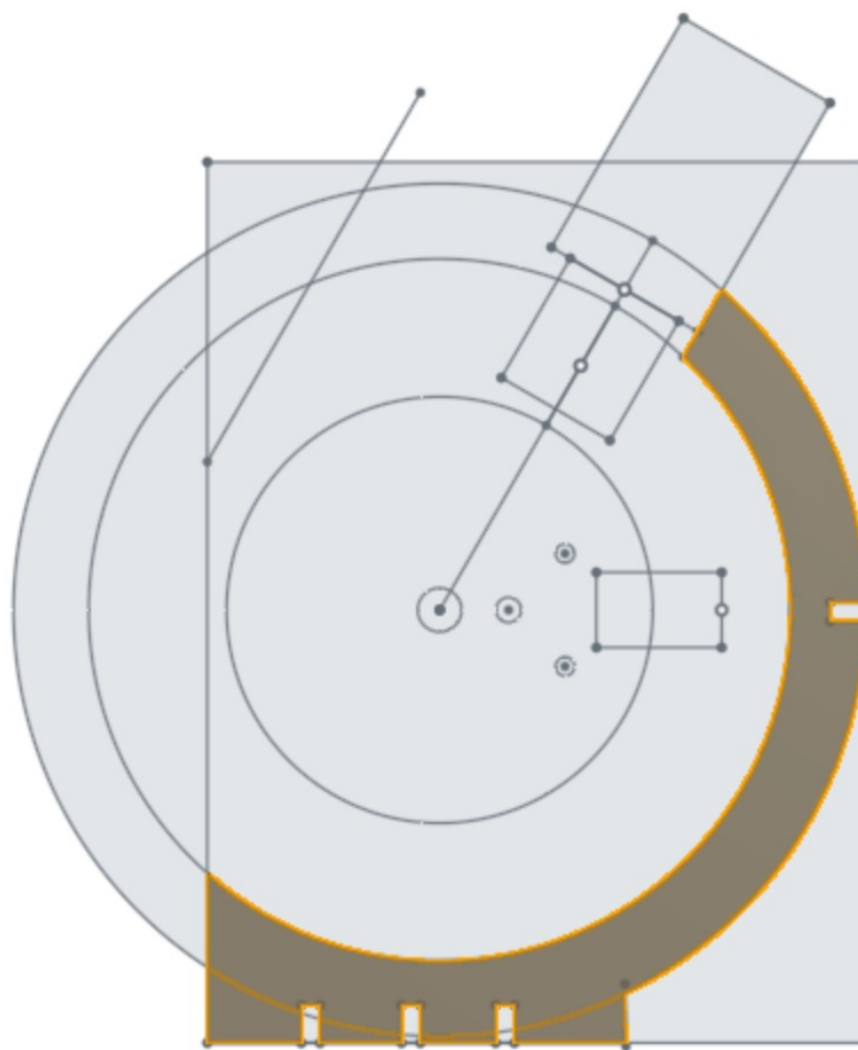
側板設計(4)

卡榫&細節修飾



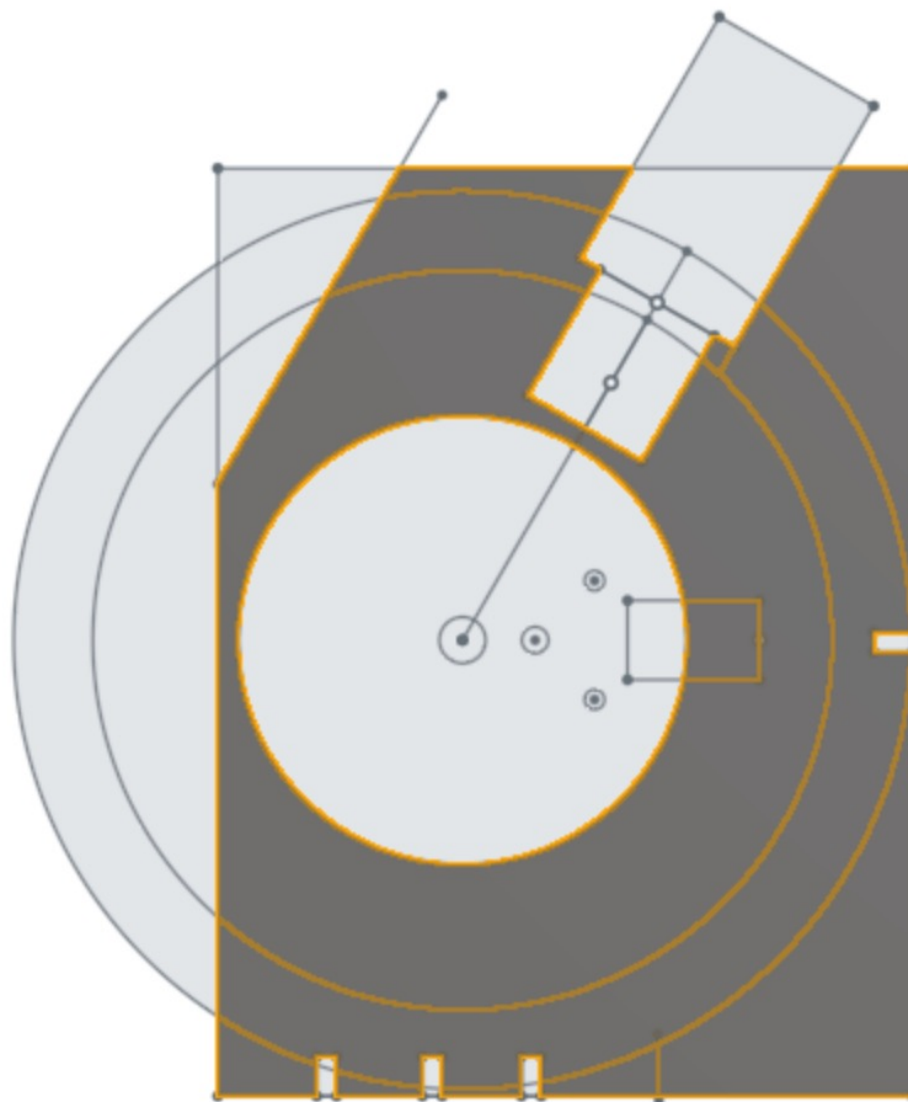
Onshape繪圖練習

擠出軌道



Onshape繪圖練習

擠出側板1



Onshape繪圖練習

擠出側板2

