

機械工程實務課程綱要 (01, 02, 03 三班通用)

Aero Rider

課程概述：

針對機械系大三學生，推動總整課程(Capstone course)，以小組專題形式進行，每組 4-5 人，在規範內從設計、製造、組裝測試、檢測分析、評估與改良的流程，在期限內完成指定任務的機械作品，以落實工程實務訓練，強化台大機械系學生系統整合、團隊合作、學理應用與創新發想的能力。本屆(111-2)作品為以馬達作為動力自主前行之車輛、搭配風力作動裝置達成光滑平面上行進之任務，故名為 **Aero Rider**

為協助團隊完成任務，安排相關課程，延伸或提點三年必修課程所學知識與實作注意事項；並依序展開期中測試檢測部件性能，繳交期中報告，以科學性的論述呈現設計理念、評估思維與製造組裝方法；爾後以整車性能為目標持續測試、分析、修正優化設計與製程，以達期末驗收任務，並完成團隊專業期末報告。

學習目標：

- (一) 應用力學、機構、製造、控制相關原理，落實工程任務
- (二) 訂定團隊合作模式，有效管理時間與分配軟硬體資源，按時完成專案
- (三) 學習除錯、滾動修正執行策略

任課教師：楊馥菱、詹魁元、劉建豪、林沛群、蔡曜陽、陳湘鳳

課程助教：黃澤樺、蔡旻霖 (工綜 425)

上課時間/地點：每週五 6、7 節(13:20-15:10)

- 大班授課：普通 103
- 分組實作：機械系創新設計實作中心 (永齡生醫大樓 124 室)

教科書：無，請參考各教師講義與建議參考文獻

考核評分：(100%)

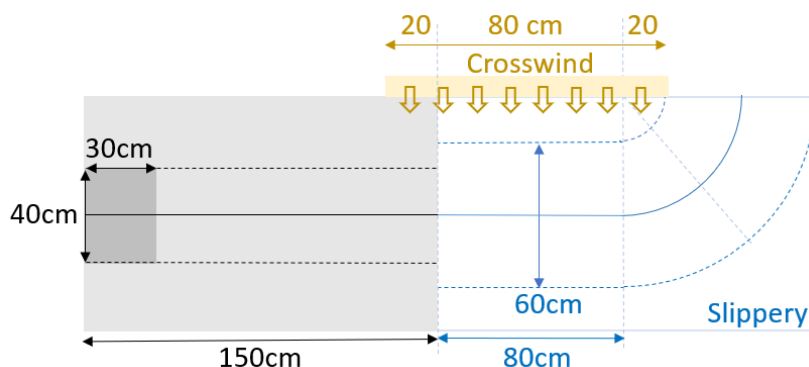
- 期中測試：20% (4/21 week9 @生醫大樓)
- 期中報告：15% (5pm, 4/24 week10 紙本@助教室+線上@COOL)
含團隊契約、會議記錄、系統設計/製作、電控、量測/分析/除錯、最多 40 頁(含工程圖與封面封底)
- 期末驗收：30% (6/9 week16 @生醫大樓)
- 期末書面報告：25% (5pm, 6/16 week17 紙本@助教室+線上@COOL)
含契約分工、會議記錄、系統設計/製作、電控、量測/分析/除錯/優化/驗證等，組員心得、最多 150 頁(含工程圖與封面封底)
- 過程日誌：10% (第二週課程進一步說明)

課程表：

日期	週次/課程內容	注意事項	上課地點
2/24	1. 課程介紹、團隊經營(楊馥菱/詹魁元)	繳交分組名單(各組)	普通 103
3/3	2. 課程影片:風力裝置與設計分析(楊馥菱)	繳交團隊契約(各組)	普通 103
3/10	3. 結構分析與輕量化設計(劉建豪)		普通 103
3/17	4. 機電控制與遙控伺服原理(林沛群)	工作日誌 1(個人)	普通 103
3/24	5. 製造需求及工場加工(蔡曜陽)		普通 103
3/31	6. 分組專題製作		普通 103
4/7	7. 分組專題製作	工作日誌 2(個人)	生醫 124
4/14	8. 分組專題製作 [期中考週]		生醫 124
4/21	9. 期中測試	4/24 17:00 繳交期中報告	生醫 124
4/28	10. 講評與交流 (楊馥菱)		普通 103
5/5	11. 分組專題製作	工作日誌 3(個人)	生醫 124
5/12	12. 分組專題製作		生醫 124
5/19	13. 分組專題製作	工作日誌 4(個人)	生醫 124
5/26	14. 分組專題製作		生醫 124
6/2	15. 分組專題製作	工作日誌 5(個人)	生醫 124
6/9	16. 期末驗收 [期末考週]		生醫 124
6/16		6/16 17:00 繳交期中報告	

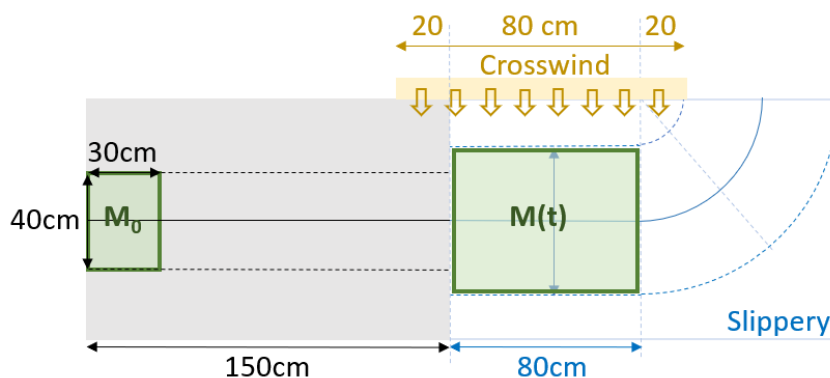
以下針對賽道、期中測試、期末驗收任務、設計規範及評分標準分項敘述：

壹、賽道



圖一 賽道俯視圖

1. 如圖一，賽道平台全長 310cm，寬 100cm，前有 150cm 長之粗糙段(淺灰區)，後接 160cm 長之光滑段；平台上有些許空間留為緩衝區。
2. 平台上標記賽道，含軌道中線(實線)、與分段邊界線(虛線)。
3. 賽道為 230cm 長的直線賽道，前段為**粗糙直線賽道**，總長 150cm (淺灰區) 含起跑區(深灰示意)，此段左右邊界離中線各 20cm (淺灰區上之黑虛線)，後接 80cm 長的**光滑直線賽道**，其左右邊界離中線各 30cm(藍色虛線)。
4. 光滑直線賽道的尾端接 1/4 圓弧形停止區，上標記有中線、45 度分線、以及圓弧區內外兩邊界線(藍虛線)，各離中線 30cm。
5. 弧形停止區前配置 120cm 長、5cm 寬¹之側風道，在距光滑賽道平面 35 公分高處連續提供側風²(風向如箭頭所示)。
6. 起始區、光滑段直線賽道配置荷重元模組，同步紀錄起始車重 M_0 與光滑段直線賽道上之即時之正向力 $M(t)$ (見圖二)，可監測即時壓地力 $F(t)=M(t)-M_0$ 。



圖二 賽道正向力監測區塊

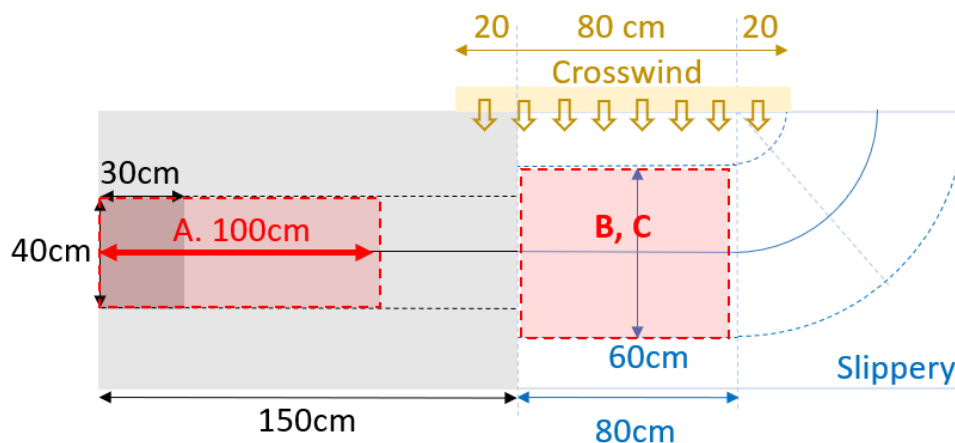
¹ 此寬度可能微調、但將保證足夠風量

² 風量數據將提供

貳、 期中測試規則

1. 全員到齊，使用全水平賽道，測試時間 5 分鐘。
2. 整車起始狀態需小於 30cm(長)×21cm(寬)× 24cm (高)；置於起跑區，N 個車輪接觸賽道；測試全程最多只能有此 N 個車輪與其他固體物接觸，也不能由外部拋射任何物質。
3. 測試期間除電池外，其餘物件不可抽換。
4. **任務 A:** 啟動開關後車輛以馬達驅動，於粗糙段賽道內完全自主移動達 $X=100\text{cm}$ (走完圖三 A 區塊)；以車輪第一次超過邊界線位置、投影到中線分量的最大值計算 X。偏離賽道即可手動將車子移回起跑區重新開始，時間累計。
5. **任務 B:** 於車輛上建構風力作動裝置，於光滑區內操作(可操控、圖三 B、C 區塊)且全程不傾倒；此作動裝置可延伸至賽道界線外、惟不得與其他物品接觸。
6. **任務 C:** 透過任務 B 使車輛在光滑區獲得壓地力；以 $F(t)=M(t)-M_0$ 最大值 >0 通過。

表一訂定期中測試評分標準，以測試時間內最佳的各項表現計分。



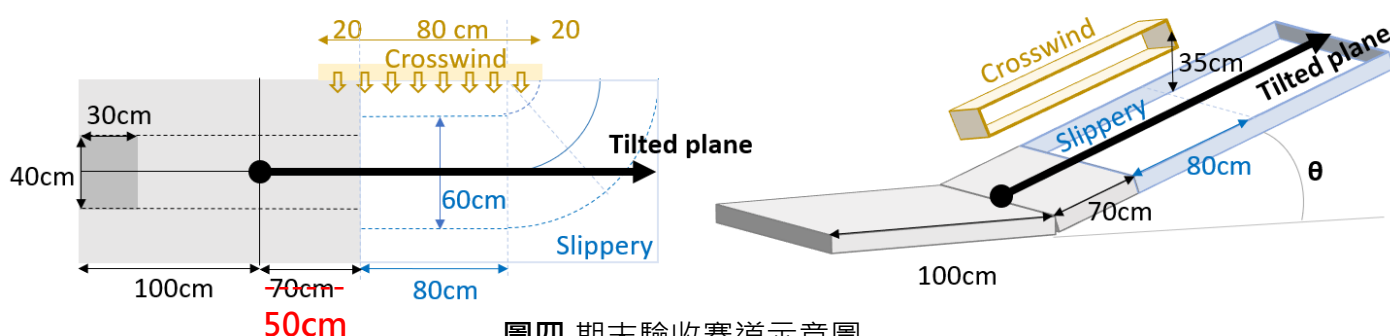
圖三 任務區塊標註

表一：期中測試分項得分表(共 20 分)

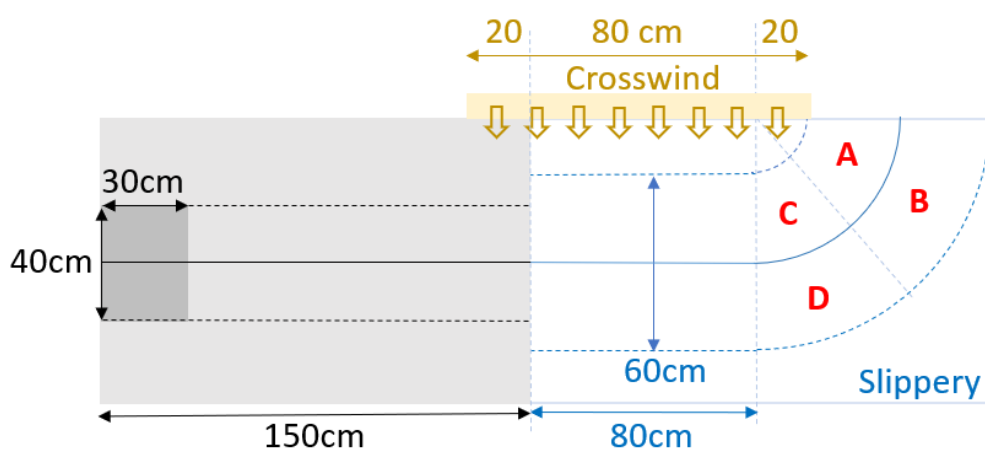
分數	達成標準
+4	完成車子，符合尺寸限制
+7	任務 A: $X \geq 100\text{cm}$
(+5)	($X \geq 80\text{cm}$)
(+3)	($X \geq 60\text{cm}$)
+6	任務 B: 完成風力作動裝置、不傾倒
(+3)	(完成風力作動裝置、傾倒)
+3	任務 C: 不傾倒且 $\text{Max}[M(t)-M_0] > 0$

參、期末驗收規則

1. 全員到齊，測試時間 **8 分鐘**；測試期間除電池外，其餘物件不可抽換。
2. 如圖四、原水平賽道於 100cm 後傾斜，傾斜角度 $\theta=20^\circ$ ³；粗糙直線賽道總長仍為 150cm (淺灰區)，其中前 100cm 保持水平、後 50cm 於斜坡上，且最末 20cm 有側風，風道高度 35cm。粗糙賽到後接光滑之直線賽道與弧形停止區，兩者均在斜坡上，尺寸與期中賽到相同；起始區、中線、邊界線均保持不變。
3. 車子規範與期中測試第 2、3 點相同；驗收過程車子偏離賽道即可手動將車移回起跑區重新開始，過程不停錶。
4. 啟動開關後車輛以馬達驅動，於粗糙段賽道內完全自主移動達光滑區。
5. 自主啟動風力作動裝置 (離開起跑區後)，在光滑賽道內獲得壓地力 $F(t)=M(t)-M_0$ 以前行距離 X ；以車輪第一次超過邊界線之位置、投影到中線分量的最大值計算 X ，傾倒不予計算。風力作動裝置可延伸至賽道界線外、惟不得與其他物品接觸。
6. 進入停止區，並自主停駐於停止區賽道內(見圖五)，以車輪接觸 A~D 區塊狀況評分。



圖四 期末驗收賽道示意圖



圖五 停止區塊標註

³ 此角度可能微調，最晚第三週公告。

表二訂定期末驗收評分標準，以測試時間內最佳的各項表現計分。

表二：期末驗收評分表

分數	達成標準	
+8	完成粗糙段自主行進*	
+12	光滑段自主行進 X=80cm	
(+8)	(X≥60cm)*	
(+6)	(X≥40cm)	
+20	光滑段 不傾倒	Max [M(t)-M ₀]/M ₀ >20%
(+16)		>15%
(+12)		>10%
(+8)		>5%*
(+6)		> 3%
+10	停止段 不傾倒	車輪觸及 A 區
+7		B 區
+5		C 區
+3		D 區
*若傾倒以車子物件接觸停止區最低分區塊計算		

肆、設計規範

1. 車子起始狀態需小於 30cm(長)×21cm(寬)× 24cm(高)；
2. 使用所提供的車輪，每組 6 個，全程只能有車輪與賽道接觸，輪數不限；車輪需透過作動機構與車體相接；車輪形狀與胎面不得改變；
3. 風力作動裝置僅限擷取側風場能量動量的機構、不得以外部能量驅動任何風力裝置；
4. 期中測試與期末驗收過程，均不得以遙控或遠端控制行進軌跡，也不得留下任何材料；
5. 車輛之制動(煞車)方式不限，唯期末測試時不得遙控或遠端控制；
6. 整體機電系統需自行配置組裝，可採購市售機電零組件，電池與馬達數量及規格均不限制，惟需遵守 BOM 總成本規範；
7. 成本管控為工程設計的重要一環，本次競賽最終設計成品的材料(BOM)總成本不得超過新台幣 40003000 元，將依符合公告規範之單據核銷至多3000元；
8. 凡規格品元件均需保留原始型號及發票(收據以利報支)，凡自製品均需有資料佐證(例如加工過程照片或影片)，自製元件之材料也須列出，嚴禁元件委外加工；
9. 保留變更賽制、最終解釋規則與裁定之權力。規則、流程與賽制若有更新，請以 COOL上之最新公告為準。