

乘龍翔雲 -天空之城-

吳原旭、蘇泰龍

一、目的：

以保麗龍球、珍珠板、吸管等材料製作「天空之城」，以自製集氣導流罩(以下簡稱集氣罩)將電扇氣流集中並引導，使天空之城懸浮、旋轉、翻轉。並從操作中體會流體及旋轉體一些有趣的物理現象。

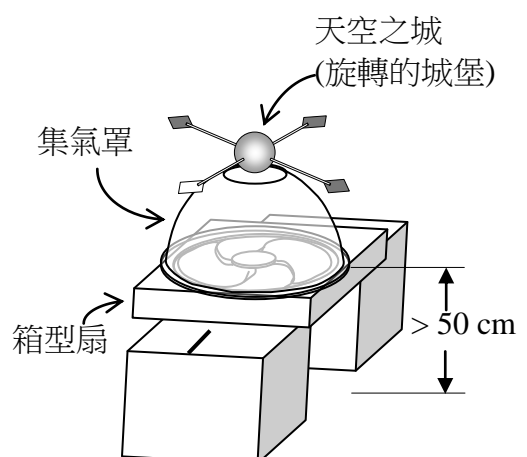
(註：天空之城包含「旋轉的城堡」與「翻轉的城堡」兩種)

二、原理：

利用白努力原理使球形物體能飄浮於上升的氣流中，經由葉片與氣流的交互作用使天空之城旋轉。又，利用力矩能使旋轉體產生進動的原理(附錄一)，使天空之城翻轉。

三、場地及裝置：

1. 將箱型扇控制風向的旋轉葉片拆除，水平放置，架高並固定，上緣離地至少 50 公分。風扇一律使用最強風速。
2. 參賽者自行將集氣罩放在電扇上方，並以膠帶黏貼於箱型扇四邊，並於競賽後迅速取下。各隊自行準備黏貼之膠帶及剪刀等。



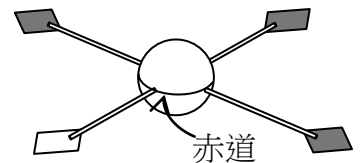
四、活動一 旋轉的城堡

(一) 器材 見總表

(二) 製作

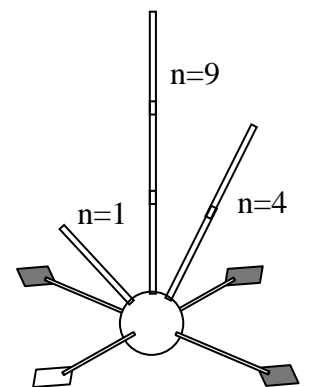
1.以兩個大保麗龍球及細吸管等大會所發材料製作兩個旋轉的城堡。各隊製作的旋轉城堡必須包含基本型結構才准於參賽。

2.基本型結構如右圖所示，以大保麗龍為主體，在赤道上(球的某一個最大圓周上)插四支吸管，且每一支吸管末端固定一片 5 公分的正方形珍珠板，四支細吸管應盡量在同一平面上，並將其中三片珍珠板有顏色的面朝上，而第四片則以白色的面朝上做為計算轉數之指標。



3.各隊可加裝黏土以調整重量，加裝葉片以增強旋轉效果，增加細吸管以提高競賽成績。其中細吸管的數量及安裝位置做為評分之依據。

4.增加的細吸管，基部必須在赤道上方 1 公分以上位置，可直接固定在大保麗龍球上(加權數 $n=1$)，或延長(二段加權數 $n=4$ ，三段加權數 $n=9$)，如右圖所示。最多延長為三段。



5.固定在大保麗龍球上之細吸管必須為「徑向」(延長線通過球心)，延長的吸管必須盡量與原吸管同一直線。若明顯不符合以上規定經裁判判違規者，必須於規定時間內改進後才能參賽。

6.以上各材料之結合方式可採用保麗龍膠、膠帶等黏著劑或以鑲嵌方式結合。吸管與吸管，吸管與球結合處重疊部分不得超過 4 公分，否則該作品不得參賽。

7.所有吸管不得剪裁或摺彎，否則該作品不得參賽。唯兩支吸管接合處可縱向剪開或摺合以利於銜接，且仍受上述重疊處不超過 4 公分之限制。

8.有關材料之規定請參照(表一)說明，不得使用器材表列以外的材料，否

則以零分計。

(三) 競賽辦法

1. 安裝、第一次調整測試、檢查規格：

各隊於 90 秒內將自製的集氣罩以膠帶固定在箱型扇上面，並可打開電源測試、調整兩具旋轉的城堡。裁判在此時間內檢查規格，不符合規定者必須於此段時間內改進，否則該作品不得參賽。

2. 第一具旋轉的城堡第一次評審：

將第一具城堡放在集器罩上方，打開電源後，0~10 秒可以手輕輕扶持使城堡在風力作用下旋轉(不得以手施力矩旋轉)，10 秒末放手。10~30 秒為計分時間，記錄此時間內白色珍珠板通過一指定位置(評審事先指定)之次數 M_1 。30 秒末關閉電源，記錄所有吸管加權數總和 N_1 。其中基本型之四支吸管每一支加權數以 4 計。

3. 第二具旋轉的城堡第一次評審：

改放第二具旋轉的城堡，重複以上辦法 2，紀錄 M_2 、 N_2 。

4. 第二次調整測試、檢查規格：

各隊於 60 秒內測試、調整兩具旋轉的城堡(可增減吸管數)。裁判在此時間內檢查規格，不符合規定者必須於此段時間內改進，否則該作品不得參賽。此時間內仍可調整集氣罩。

5. 第一具旋轉的城堡第二次評審。同上 2 步驟，紀錄 M_3 、 N_3 。

6. 第二具旋轉的城堡第二次評審。同上 2 步驟，紀錄 M_4 、 N_4 。

7. 同一場地繼續進行活動二評審。

(四) 評分方式

1. 參賽作品必須包含基本型，再增加吸管等裝置，否則以零分計。

2. 活動一之競賽成績為：

$$M_1 \times N_1 + M_2 \times N_2 + M_3 \times N_3 + M_4 \times N_4。$$

3.各隊依照成績多寡排序，再依照六等第計分法給分即為活動一得分。

(五) 注意事項

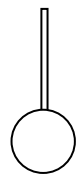
- 1.以時間控制賽程，裁判點名上場便開始計時，不得藉故拖延時間，若耽擱時間則從計分時間中扣除，影響成績自行負責。
- 2.計分時間內不得碰觸或以任何方式干擾旋轉的城堡及集氣罩，否則該次以零分計。
- 3.全部參賽過程，同隊成員自行協調合作，不限定參賽人員工作分配。
- 4.若評審中吸管等裝置掉落，仍可繼續比賽，不需中斷賽程，等該次比完之後再檢拾掉落物品，吸管加權數則以最後未掉落的吸管計算。但如果保麗龍球掉落地面或扇葉上，或集氣罩鬆脫掀開，則關掉電源，停止計算圈數，該回合以當時已計算的圈數 N 和未掉落的吸管加權數 M 來計分。若基本型結構之方形珍珠板掉落，則該支吸管的加權數以 0 計。
- 5.評審中若旋轉的城堡與集氣罩開口周邊碰觸仍可繼續比賽，但不得於集氣罩中設計一特定部分以撐住旋轉的城堡重量，形成轉動中心，違者活動一以零分計。

五、活動二 翻轉的城堡

(一) 器材 見總表

(二) 製作

- 1.以兩個大保麗龍球及細吸管製作兩個翻轉的城堡。

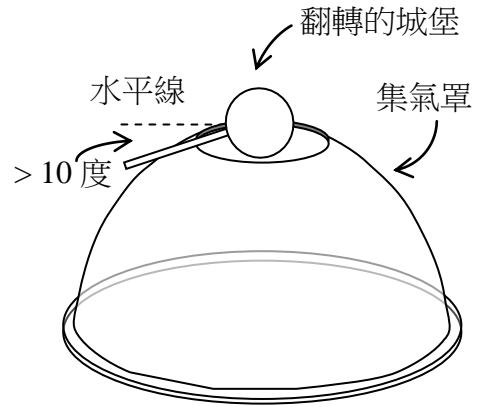


翻轉的城堡基本型如右圖所示。

- 2.可加裝以粗吸管製成之葉片以增強旋轉效果(參考做法如附錄二)，可將自備的小保麗龍球或其他輕質物品固定在細吸管上以調整翻轉效果，可延長或剪短細吸管長度，以得到較佳的成績。若能順利翻轉則細吸管愈長成績愈高。
- 3.各隊可製作多支不同長度的細吸管，或以套接方式以便於測試中迅速更

換以獲取最佳成績。

4. 以上各材料之結合方式可採用保麗龍膠、膠帶等黏著劑或以鑲嵌方式結合。
5. 所有細吸管不得摺彎，可剪短、可延長，但是不得縱向剪裁。延長的吸管必須盡量與原吸管同一直線。若明顯不符合以上規定經裁判判違規者，必須於規定時間內改進後才能參賽。唯兩支吸管接合處可作縱向的摺合、剪裁以利於塞進另一支吸管中。
6. 將大保麗龍球置於集氣罩出風口處必須能懸空飄浮，且在風力作用下將細吸管擱置於出風口邊緣時，細吸管的指向必須在水平面以下超過 10 度才准予參賽，如圖所示。(裁判檢查時可以手指於吸管接觸集器罩邊緣處輕壓以便於檢查)
7. 有關材料之規定請參照(表一)說明，不得使用器材表列以外的材料，否則以零分計。



(三) 競賽辦法

1. 安裝、第一次調整測試、檢查規格：

各隊可繼續使用活動一所安裝之集氣罩，或於 90 秒內局部調整或更換另一套集氣罩。此時間內可調整、測試兩具翻轉的城堡。裁判檢查規格，不符合規定者於此時間內改進，否則該作品不得參賽。

2. 第一具翻轉的城堡第一次評審：

打開電源，將第一具翻轉的城堡放在出風口上，輕輕抓住細吸管，使其躺下並接觸集氣罩的出風口邊緣(此時大保麗龍球仍維持飄浮狀態但未轉動，且細吸管指向必須向下與水平面夾角超過 10 度)。聞口令後放手，

並於手離開時開始計時 30 秒。

3.0~3 秒鐘細吸管指向必須仍在水平面以下，若於 3 秒內就轉向上超過水平面則停止比賽，本次成績為 0。如果超過 3 秒才翻轉向上則依照以下方式記錄加權數：

3~30 秒之期間內，曾持續向上 15 秒鐘，加權數 $X_1=5$ ，曾持續向上時間超過 10 秒鐘，但不到 15 秒鐘，加權數 $X_1=4$ ，曾持續向上時間超過 5 秒鐘，但不到 10 秒鐘，加權數 $X_1=1$ 。只選取一次最高成績。

4.先取出城堡再關閉電源，交給評審測量細吸管突出大保麗龍球球面外之長度，記錄為 Y_1 。

5.第二具翻轉的城堡進行第一次評審：如上述辦法 2~4，記錄 X_2 、 Y_2 。

6.第二次調整測試、檢查規格：

各隊於 60 秒內測試、調整兩具翻轉的城堡（可增減吸管、配件）。裁判在此時間內檢查規格，不符合規定者必須於此段時間內改進，否則該作品不得參賽。此時間內仍可調整集氣罩。

7.第一具翻轉的城堡進行第二次評審：如上述辦法 2~4，記錄 X_3 、 Y_3 。

8.第二具翻轉的城堡進行第二次評審，如上述辦法 2~4，記錄 X_4 、 Y_4 。

9.結束評審之後必須於 30 秒內卸下集氣罩，以便於下一隊伍上場。

(四) 評分方式

1.活動二之競賽成績為：

$$X_1 \times Y_1 + X_2 \times Y_2 + X_3 \times Y_3 + X_4 \times Y_4。$$

2.各隊依照成績多寡排序，再依照六等第計分法給分即為活動二得分。

(五) 注意事項

1.以時間控制賽程，裁判點名上場便開始計時，不得藉故拖延時間，若耽擱時間則從計分時間中扣除，影響成績自行負責。

2.計分時間內不得碰觸或以任何方式干擾翻轉的城堡及集氣罩，否則該次

以零分計。

3. **翻轉城堡**必須藉由風力使其自旋且進動而翻轉向上，單純只靠向上的氣流而使細吸管指向上的方式並非本競賽的目的。因此，放手後前 3 秒鐘應為加速旋轉的過程，須注意整個翻轉城堡的配重，不可太早翻轉向上，否則以 0 分計。也不得設計一個卡或勾限制翻轉城堡轉動而拖過前 3 秒鐘。
4. 全部參賽過程，同隊成員自行協調合作，大會不限定參賽人員工作分配。
5. 若評審中吸管等裝置掉落，仍可繼續比賽，不需中斷賽程，等該階段比完之後再檢拾掉落物品。吸管長度 Y 則以最後未掉落的吸管計算。但若大保麗龍球掉落或集氣罩鬆脫掀開，則停止該階段比賽，該回合以當時記錄的加權 X 和未掉落的細吸管長度 Y 來計分。
6. 評審中若翻轉的城堡與集氣罩開口周邊碰觸仍可繼續比賽，但不得於集氣罩中設計一特定部分以撐住翻轉的城堡重量。違者活動二以零分計。

六、競賽時間

- (一) 製作時間：活動一、二均於現場製作，共 30 分鐘
- (二) 評審時間：每一隊活動一、二在同一場地接續進行，預估每一隊使用時間約 **10 分鐘**。總評審時間 40 分鐘。

七、總成績

每一隊活動一、二的得分相加，排序後依照六等第計分法給分，即為本單項競賽之得分。若第一名超過一隊則以活動一成績較佳者為第一名。

八、器材總表

(一)

項目	名稱	規格	數量	備註
大會 提供 活動 一	箱型扇	80W，14吋，迎風時氣流為順時針方向	1部	活動一、二共用
	大保麗龍球	直徑約10公分	4個	活動一與活動二
	珍珠板	A5，厚約0.3公分	1張	活動一專用，可用於製作葉片
	細吸管	口徑約0.6公分，長約15公分，平口直式	約50支	活動一、二共用(非可彎曲吸管)
	黏土	一般	約40公克	活動一、二共用，可用於調整配重
大會 提供 活動 二	粗吸管	口徑約1.2公分，長約21公分	6支	活動二專用，可用於製作葉片
自備 器材	剪刀、小刀、鑽洞用具等	現場不提供電源	不限	活動一、二可共用
	小保麗龍球或其他輕質物品	裝上細吸管後最大直徑不得超過3公分，長度不限	2個	活動二專用，可用於加在細吸管上，調整翻轉效果
	膠帶、保力龍膠等黏著劑	不限	不限	活動一、二可共用
	集氣罩	材料不限，高度小於100公分	至少1套	活動一、二可共用，可加裝導流板

九、活動三 創意競賽

以生活中易取得的材料自行設計並組裝天空之城，使其能在風力作用之下漂浮，並展現有趣的效果。使用之風扇可自行攜帶使用 110V 交流電源或自備電源之風扇、吹風機等，或使用大會提供與競賽同規格的箱型扇。可使用自備之集氣罩或其他裝置以展現「天空之城」的效果。活動三單獨評等，不列入總成績分數。

- (一) 評審標準：依整體的創意 30%、功能效果 25%、科學原理運用 15%、材料運用 15%、美觀 15%來評分，成績最高者頒發創意獎。
- (二) 說明書：要包括創作的動機、構想、原理、發展等，以列印或書寫、畫圖說明等方式呈現在 A4 紙上。
- (三) 評分時根據作品實體、實際操作、說明(說明書或含口頭陳述)評分。

十、其他裁判應注意事項：

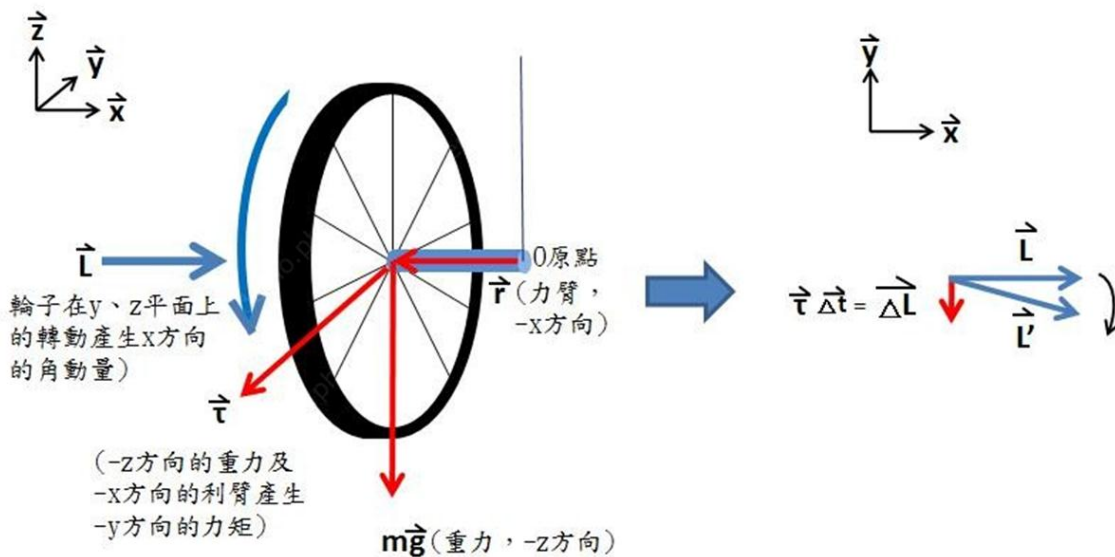
- (一) 場地需求：靠近電源(110V 交流)且避風的室內。
- (二) 建議設置六個站，每一站兩名裁判，使用兩個碼錶，兩人必須事前協調好任務，模擬整個過程並須熟練操作碼錶技巧。
- (三) 因賽程緊湊，必須掌握好時間。參賽隊伍被點名上場就馬上按碼表計時，不得因為參賽者尚未準備好而延後。每一回合記錄完成績便馬上按碼表進行下一回合，活動一比完就馬上進行活動二。兩名裁判必須熟悉賽程及比賽規則，並培養良好默契以節省無謂的時間耽擱。
- (四) 箱型扇前方的風向旋轉葉片必須拆除，架高後黏貼固定。使風向對著正上方吹，在不影響氣流的原則下盡量將扇葉的框黏貼固定，以免競賽中偏移而造成不公平。固定圓框與方型外框時盡可能由背後黏貼，保持正面原貌，以便於參賽者固定集氣罩之用。
- (六) 判讀活動二之夾角，原則上先以目視判斷即可。但仍事先應以紙板剪一 10 度角以便於需要時比對。
- (七) 活動二測量吸管長度，建議使用長度超過 45 公分的塑膠直尺(可將 0 刻度以下之空白部分減除，以方便測量)，記錄至 0.5 公分，餘數捨

棄。例如：15.3 公分記為「15.0」，15.9 公分記為「15.5」。

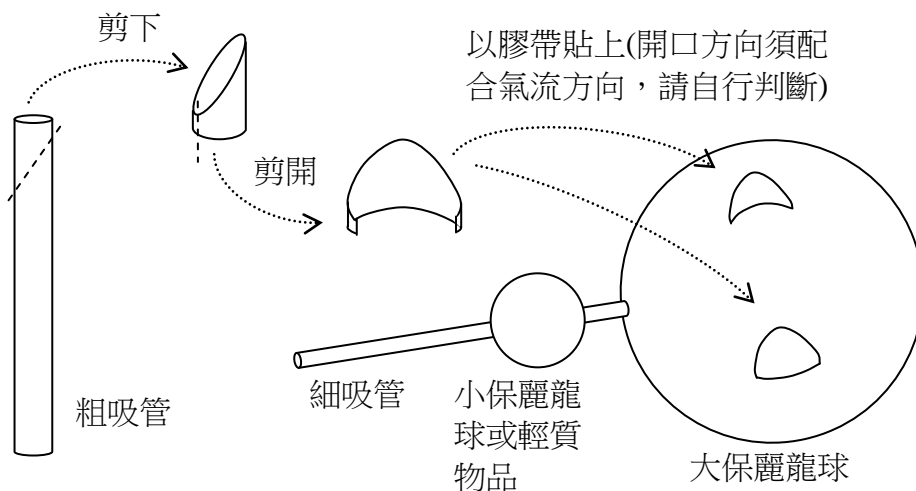
附錄：

一、進動(Precession)—自轉的物體其自轉軸又繞著另一軸心轉動的現象。

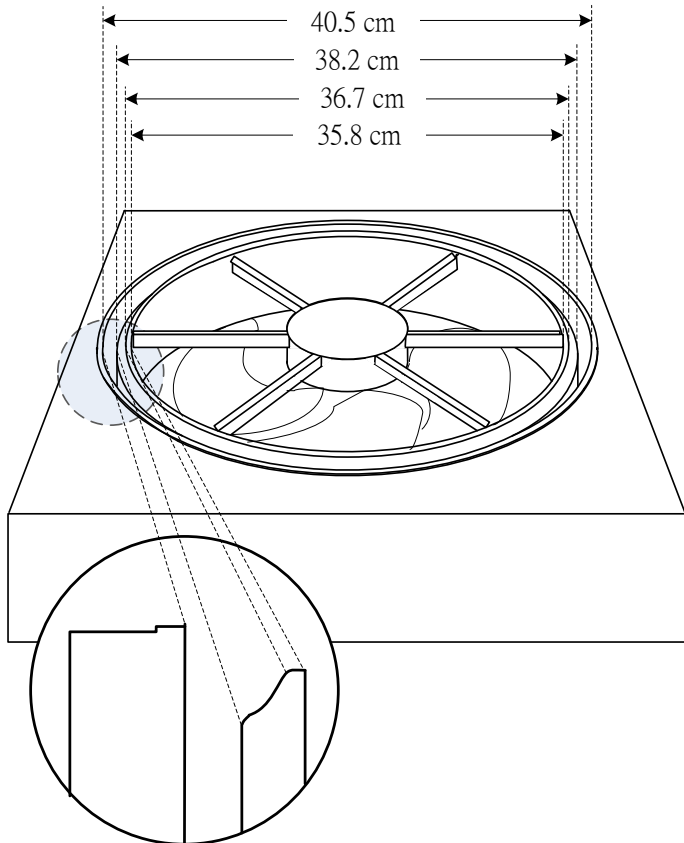
轉動中的物體受到與轉動方向不平行的力矩作用會產生進動。例如下圖所示，一車輪的軸心右端以繩子懸吊，當車輪自轉角動量 L 時，重力的力矩 τ 在 Δt 時間內提供車輪一角動量改變 ΔL ，使車輪一邊繞軸心自轉，同時軸心作水平面上的轉動。(以下圖片節錄自中央大學物理系朱慶琪教授網站)



二、翻轉的城堡參考作法：



三、大會使用之箱型風扇及拆除控制風向的葉片之後的外表規格：
(設計集氣罩下部尺寸參考之用)



放大側視圖

