

兩小無猜

設計者：蕭次融(臺灣師範大學)

目的

以限定的材料，製作簡單的玩具陀螺，以探討物體的平衡，並比賽其穩定性，包含：單一陀螺轉動的持久性及疊羅漢陀螺反向轉動的持久性。

原理

陀螺是繞著一個軸轉動的轉動體，這個軸可以稱為轉動軸。假如一個陀螺的各個質點對轉動軸的分佈完全對稱，亦即轉動慣量(註1)均勻，則陀螺能穩定的轉動。倘若陀螺的質點分佈不對稱，即使靜止時轉動軸垂直的維持一個平衡，亦即整個陀螺的重心落在轉動軸上，但轉動起來各質點對轉動軸所形成的力矩，使得陀螺所具有的角動量(註2)可能發生變化，則轉動軸便不能保持垂直轉動，並隨著轉軸而晃動，陀螺的轉動很可能越轉越不穩定而搖晃。

一個陀螺要能轉得久，除了轉動要穩定外，並且要轉動慣量大，角動量大(轉得快)，轉動軸接地點的摩擦力要小，還有轉動時空氣阻力也要小，才能轉得久。

本競賽所製作的陀螺雖然似二維的平面造型，但轉起來時，各質點的軌跡呈現以轉軸為中心的圓。若轉動軸是Z軸，則全體質點的轉動，就像在XY面上的圓盤。要調整重量分配，使圓盤能穩定地在XY面上轉動並不容易，但很重要，尤其在轉速快的時候，更顯其重要性。汽車換輪胎時，技師要將整個輪子平放於轉盤定位，在輪框補釘鉛片以平衡輪子，是相同的道理。

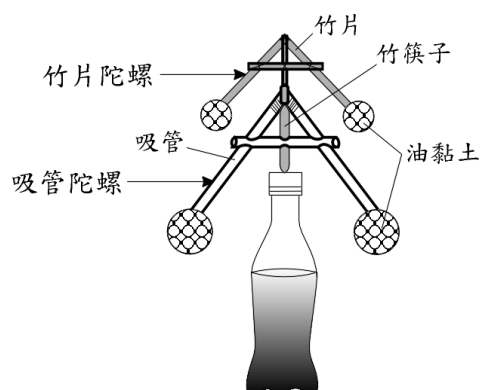
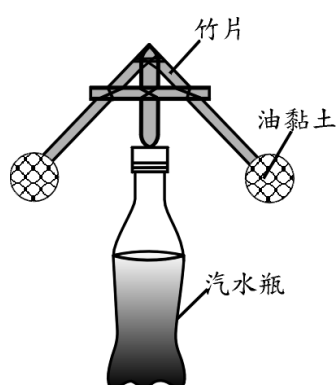
競賽方法

1. 使用大會提供及規定自備的器材，在現場規定時間內製作數組竹片陀螺(圖 1-1)，進行活動一的競賽。活動二、三需事先做好。製作時要注意安全，以免割傷手。活動三的成品報到時登記並繳交。
2. 競賽時，必須使用選手製作的陀螺骨架，但油黏土要換裝大會提供的(用後當場拆下還給大會，供輪流使用)並在大會指定的瓶蓋上轉動。油黏土限使用在圖上所示的位置，不可在他處使用。活動三不受此限。
3. 比賽進行時，先比活動二再比活動一。每隊在競賽前五分鐘，在預備區領取油黏土，調整陀螺、練習轉動，靜候競賽。
4. 以手指轉動陀螺，當手指離開陀螺，即可自行按馬錶，開始計時至陀螺轉動終了。任一陀螺在兩秒內未能轉動 90 度，即視同轉動終了。若手指未離開陀螺時，就按下馬錶是違規，即算已試一次競賽，但此次成績不列入計算。
5. 選手自行按錶開始計時，一按錶即算一次競賽，途中不可暫停，亦不能要求重來；轉動之終了由評審判定並按錶停止計時。
6. 每一次競賽，每一選手在競賽位置上，未按錶前可試轉兩次。第三次轉動，不管成功與否，均列入一次競賽。
7. 陀螺從瓶蓋上掉落或卡住，即停止計時，並當作一次成績。

活動一：單一竹片陀螺

(一) 製作

1. 以一雙免洗筷(每一支竹筷能剖成 4~6 薄片，小心手)，在 30 分鐘內製作竹片陀螺如圖 1-1，各竹片之接連只能用線綑綁，不可用膠帶或其他黏著劑。
2. 每一陀螺的油黏土限定兩小團，每團 5.5 克，共約 11 公克，整個陀螺不得超過 12 克。
3. 每一竹片陀螺的單側臂長(頂點至黏土底)應短於筷子長度的一半(不超過 10 公分)。
4. 置於汽水瓶的蓋上轉動如圖 1-1。



【圖 1-1】竹片陀螺

【圖 1-2】陀螺疊羅漢

(二) 競賽：比賽陀螺在瓶蓋上轉動的持久性：

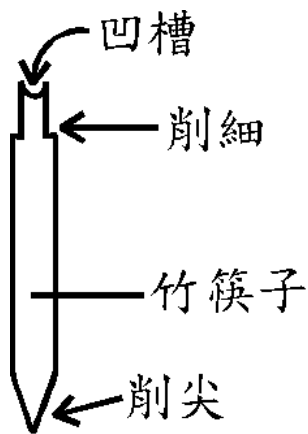
1. 每一隊推派選手三名，候補一名，各以其所作陀螺，在指定瓶蓋上轉動，每人至多轉二次，取每一選手轉動最長的時間，將三人的轉動時間相加為總時間，以總時間的長短排序後，依六等第計分法計分，得成績 X。

活動二：陀螺的疊羅漢

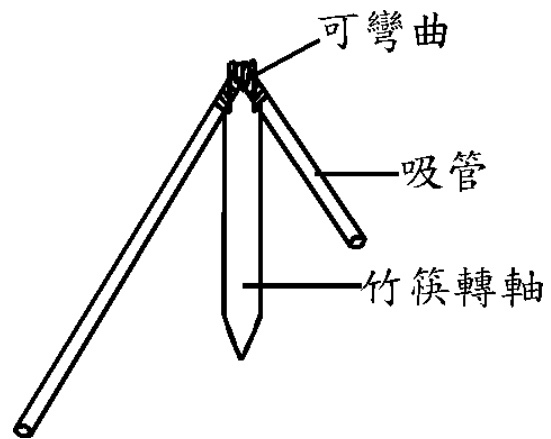
本項活動是竹片陀螺與吸管陀螺的疊羅漢，竹片陀螺與吸管陀螺均要事先製好，現場不再製作，競賽時要換裝大會提供的油粘土。

(一) 製作

1. 以可彎吸管 5 支，免洗竹筷 1 支，及油粘土製作如圖 1-2 與圖 1-6 中的吸管陀螺。
2. 本項製作，限定只用上述材料，各接點可參考圖 1-2 所示，要以在吸管打洞的方式相接，不可用黏膠、線或鐵絲網綁，或其他材料來固定或相接吸管與竹筷，但可將竹筷削成竹針或竹籤使用。
3. 切取一段竹筷子約 9~10 公分長，作為轉軸，其一頭可以削鉛筆器削成尖尖的（如鉛筆狀），另一頭削細後在頂上挖個小凹槽如圖 1-3，以便疊羅漢時承接頂上的竹片陀螺。
4. 取一支可彎吸管，彎成約 45 度角後在彎曲的中央處以轉軸的尖頭穿一個洞，以便穿置轉軸如圖 1-4。
5. 取一段吸管約 9 公分長，在中央處剪一個小洞，以便套穿轉軸。同樣在其兩旁對稱各剪一個小洞，作為陀螺的橫樑，以便套入吸管如圖 1-5。
6. 用另外的兩支吸管接連可彎吸管的兩臂，以加長兩臂，然後套上吸管橫樑如圖 1-6。為了強化陀螺，得用數支吸管橫樑，或在吸管橫樑中穿一細小竹籤，可在吸管相連處插入細小竹針以防相連吸管脫落。
7. 油粘土限兩大團，總重不超過 44 克，而整個陀螺的重量不超出 48 克。
8. 陀螺兩臂的吸管均可相接加長，但各臂長不得超出 25 公分，在吸管末端要插入一細小竹棒，以防旋轉時油黏土脫落。
9. 竹片陀螺的規格與製法如活動一。



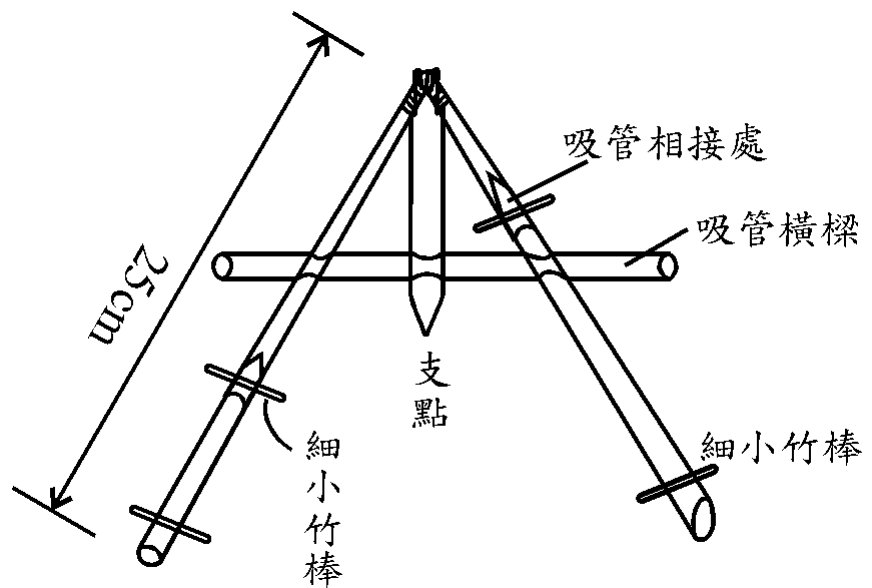
【圖 1-3】吸管陀螺的轉軸



【圖 1-4】竹筷轉軸套進可彎吸管



【圖 1-5】吸管陀螺的橫樑



【圖 1-6】吸管陀螺的骨架

(二) 競賽

1. 吸管陀螺的轉動

竹片陀螺要架在吸管陀螺上，用手轉動吸管陀螺。兩個陀螺必須反向轉動，從選手本人手離陀螺，即開始計時（選手自

- 行按馬錶後，將馬錶交給評審，以便判定轉動終了時按停錶)。
2. 各隊準備兩套疊羅漢及竹片陀螺，每套各競賽二次，分別取各套轉動較久的一次，合計兩套的轉動時間後排序，依六等第計分法給分，得成績 y 。
 3. 選手們應事先勤加練習，如何反向轉動兩個陀螺，使其平穩反向轉動不掉落，同向轉動即視同失敗，不得請求重作。

活動三：創意陀螺疊羅漢（此項活動單獨計算成績，各隊自由參加，成績另計，無關於活動一與活動二。）

陀螺的形式與材料均不受限（可以使用黏著劑、膠帶、綿、鐵絲等），但陀螺主體限以竹筷子與塑膠吸管製作，只可用油黏土加重。

器材：

大會提供：

活動一：免洗竹筷一雙、油黏土 11 克×3、線。

活動二：油黏土 55 克×兩組。

自備：

小刀或美工刀、剪刀、筆、尺、寶特瓶(練習轉動陀螺用)

活動二：竹片陀螺及吸管陀螺(可彎吸管 5 支、免洗竹筷一支)各兩套

時間：

製作時間(含說明及領材料)：30 分鐘。

評審時間：30 分鐘

共 60 分鐘

評分方法：

1. 活動一的成績(x)加上二倍活動二的成績($2y$)後得 z ：

$$x + 2y = z$$

2. 依 z 的高低排序後，再以六等第計分法（見表一）計分與名次，分數最高的隊伍

頒發單項競賽優勝獎(若分數相同時以活動二得分高者獲得，若分數再相同時以抽籤決定)。

[表一]六等第計分法

名 次	一	二	三	四	五	六
-----	---	---	---	---	---	---

隊 數	1	3	6	10	15	其 他
得 分	30	21	15	12	9	6

- 2.本項競賽兩小無猜之得分與另外三項競賽成績相加後，依成績高低排序後，總成績高者，依序頒發大會獎(總成績相同時，依序以兩小無猜、拋石器、水上浮塔及會排水的喝水鳥之得分為評比的標準)。
- 5.活動三的評分方式，依整體創意 50%、功能 30%、美觀 20%等特色評分，得分最高的隊伍，頒發創意獎。此項評分獨立計算，不列入總成績內。