

力爭上游

吳原旭 老師

一. 目的

以簡單的器材設計有趣的科學玩具，藉由來回拉繩子，使玩具沿著繩子向上爬升。

二. 原理

1. 摩擦力：兩物體接觸處若有相對滑動的情形(或趨勢)，將產生一對摩擦力互相阻止運動。摩擦力的大小與接觸面的性質有關，與物體間的正向作用力成正比。
2. 繩子與圓柱間的摩擦力：除了具備上述摩擦力的一般特性之外，也與繩子包覆圓柱的圓心角有關。包覆的角度愈大則摩擦力愈大。
3. 力矩平衡：施力乘上力臂即為力矩，力矩具有方向性，是造成物體轉動的原因。當一個物體不轉動時就表示作用在其上的所有力矩互相抵消，稱為力矩平衡。

三. 競賽方式

★ 競賽製作

每隊除了事先做好並帶來參賽的4具光碟爬繩玩具之外，於競賽前的30分鐘製作時間內，以大會所發的鐵絲製作4至8具鐵絲爬繩玩具，及1個吊架，並且把自備

的兩條繩子繫緊於吊架上。

(一)爬繩玩具製作說明

1. 活動一使用：限以大會所發的鐵絲現場折彎製成，僅能以大會所發的水電膠帶固定，不得添加其他任何東西。大小、形狀不拘，但應有數個圈或勾可以讓粗棉線穿過。至少製作4個。

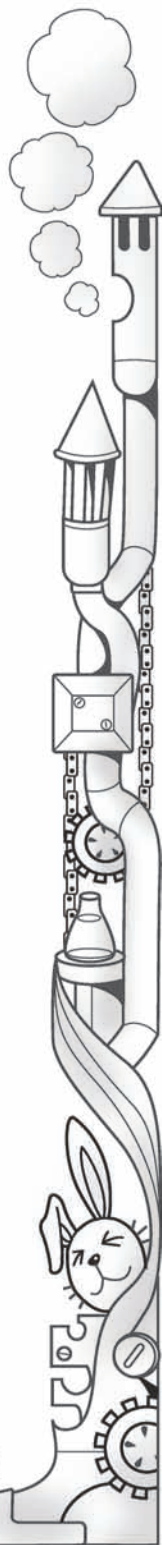


圖一：鐵絲爬繩玩具參考作法

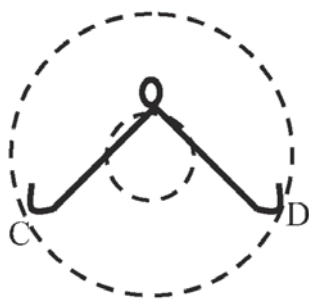
2. 活動二使用：每具光碟爬繩玩具限以一片光碟片事先製成，可剪裁、彎曲、鑽洞等加工，但不得添加任何東西。每具爬繩玩具上應有數個洞以便讓繩子穿過。共須製作4個。因競賽時必須掛上重物(迴紋針)，因此可事先留下方便掛或夾迴紋針的設計。

(二)吊架製作說明

限以大會所發的鐵絲折彎製成，形狀不拘，



但是至少必須有一直徑約0.5公分以上的小圈，以便於掛在大會所準備的掛勾上。吊架平放時不可超出一片光碟的範圍。吊架上必須綁緊自備的繩子，繩子不得滑動否則必須重綁且將耽誤自己競賽的時間。請評審在兩條繩子上離吊架(C、D端)20公分處以粗油性筆畫一記號為爬升終點。



圖二：吊架大小不超過光碟(直徑12cm)

活動一：力爭上游

★ 競賽說明

(一)場地需求

場地裝置如圖三，C、D為固定點，相距5公分，A、B為手執操作端，以順著繩子方向交替拉扯的方式，使穿過繩子的鐵絲爬繩玩具沿著繩子向上扭轉前進。

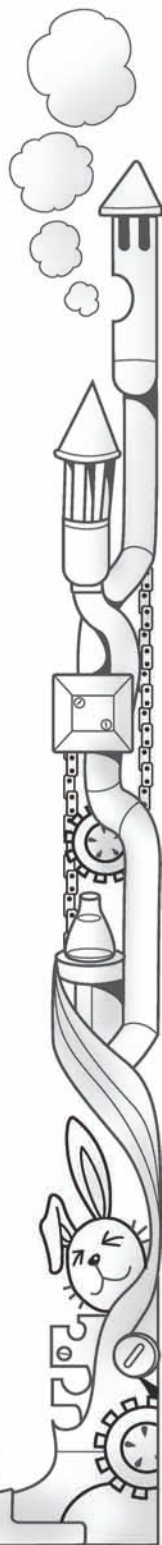
(二)使用材料

1. 大會提供：16號鐵絲約8m、水電膠帶若干、粗棉線(公用)。

2. 自備器材：手套、尺、鉗子、剪刀等工具或文具。

(三)操作方式

1. 每一隊四位隊員決定順序。如活動一場地，在地面畫一80公分邊長之正方形區為操作者站立處。
2. 開始計時後，第一位操作者站在操作區，將第一具鐵絲爬繩玩具穿上繩子，並置於離手20cm距離內(起始位置)。手執繩子A、B端平行拉緊，並順著繩子方向來回交替拉繩，使玩具扭轉著上升。
3. 當第一具爬繩玩具爬到繩子中點之後就可以將第二具爬繩玩具由A、B端加掛至起始位置，並繼續操作。同理第三具、四具……均可以在前一具爬過中點之後加掛上去。(隊友可協助安裝)
4. 至少四具爬繩玩具通過中點才可以計分(此為計分之底限)，參賽者可以決定達更佳成績之後才計分，但須主動告知評審，並且拉緊繩子停止操作接受計分。
5. 計分後，參賽者將繩子放鬆，令爬繩玩具滑下來並抽離繩子(隊友可協助取出)，交由下一位隊員操作。
6. 四名隊員依序並輪流操作，重複(2)~(5)步驟，直到時間終止。時間終止時需拉緊繩子停止操作等待裁判紀錄成績。



(四) 評分標準

1. 未達計分底限(四具爬繩玩具通過中點)便放棄者，該次以-2點計，且仍須將爬繩玩具全部取出，才交給下一位隊員操作。
2. 達計分底限(含以上)者，每一具爬繩玩具爬升進入離C、D端1m範圍者可得2點；未達1m範圍，但超過中點(離C、D端2.5m)者可得1點；未達中點者不計點。
3. 時間終止時，最後一位操作者即使未達計分底限仍可依照上述(2)之方式計點。
4. 累積各次得(扣)點即為該隊活動一的總得點，所有參賽隊伍排序後，再以六等第計分法計分。

(五) 注意事項

1. 操作爬繩玩具爬升過程，手的位置應保持在離地1m高度附近，上下誤差以各30公分為限。超出範圍經裁判警告，同一隊達三次則不得再比賽。且成績計算到此為止。
2. 操作爬繩玩具爬升過程，兩手施力的方向必須盡量保持順著繩子方向平行施力，即不得將繩子向外張開成「八」字形。經裁判警告，同一隊達三次則不得再比賽。且成績計算到此為止。
3. 操作爬繩玩具爬升過程或加掛爬繩玩具時，若已爬升至高處的玩具自行滑下來，仍可繼續操作比賽。
4. 操作時若施力太大，使得繩子斷掉，可使用

大會備用的繩子，須由同一參賽者，由穿入第一具爬繩玩具開始操作，不得換人，也不停止計時。同一隊若拉斷三條繩子便停止比賽，並只紀錄至前一个人的成績。

(六) 競賽時間

由裁判宣佈開始算起，每隊有6分鐘時間，中間不暫停計時。

活動二：奮勇向上

★ 競賽說明

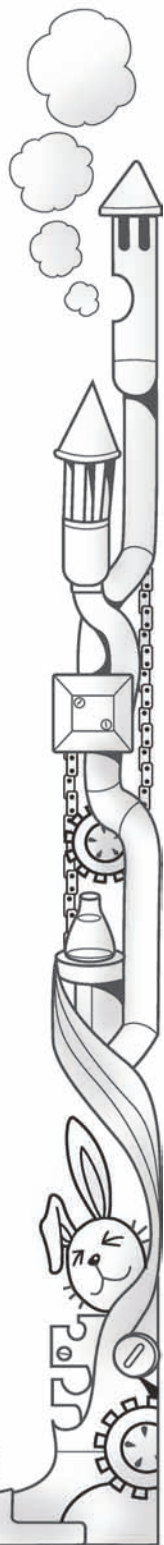
(一) 場地需求

場地裝置如圖四，C、D固定於自製吊架上，而吊架掛於固定的掛勾上。A、B為手執操作端，以順著繩子方向(垂直地面方向)交替拉扯的方式，使穿過繩子的光碟爬繩玩具沿著繩子向上扭轉前進。

(二) 使用材料

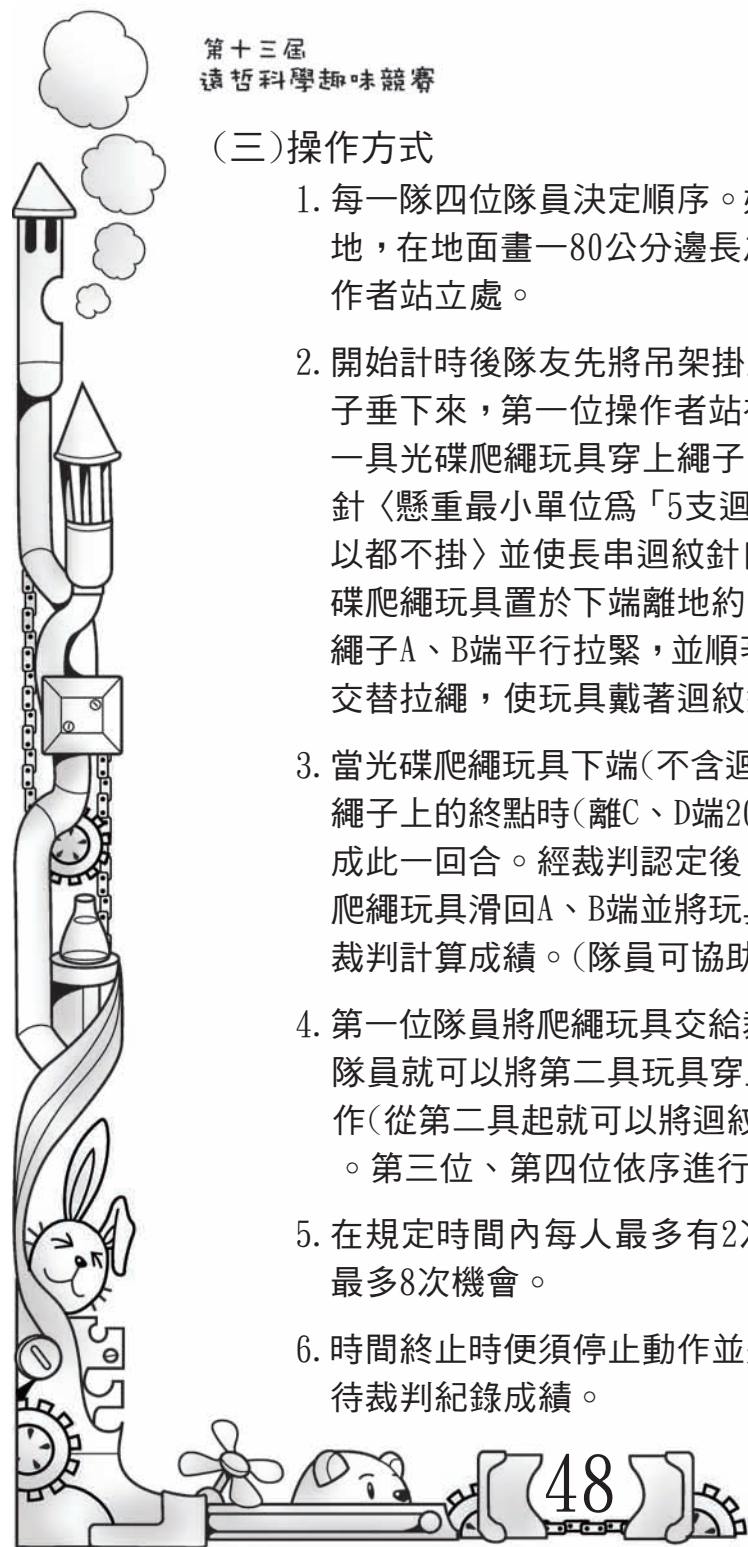
1. 大會提供：堅固掛鉤1個(已經固定於高處)、迴紋針1盒-事先將每20個、10個、5個串好若干長條(公用)。若參賽者作品負重能力超過一盒，應於賽前主動告知評審，以便事先多準備。
2. 自備器材：光碟爬繩玩具4個、繩子2條(長度2.5~4公尺，現場可裁剪，材質、粗細不拘)、手套、尺、鉗子、剪刀等工具或文具。

註：繩子彈性限制—每一公尺長的繩子掛600克重時，伸長量不得超過5公分，不合規定者不得使用。



(三)操作方式

1. 每一隊四位隊員決定順序。如上圖活動二場地，在地面畫一80公分邊長之正方形區為操作者站立處。
2. 開始計時後隊友先將吊架掛上掛鉤，並使繩子垂下來，第一位操作者站在操作區，將第一具光碟爬繩玩具穿上繩子，夾(勾)好迴紋針〈懸重最小單位為「5支迴紋針」，但也可以都不掛〉並使長串迴紋針自然下垂，將光碟爬繩玩具置於下端離地約150cm 處，手執繩子A、B端平行拉緊，並順著繩子方向來回交替拉繩，使玩具戴著迴紋針扭轉著上升。
3. 當光碟爬繩玩具下端(不含迴紋針)爬過兩邊繩子上的終點時(離C、D端20公分處)便算完成此一回合。經裁判認定後，將繩子放鬆使爬繩玩具滑回A、B端並將玩具抽離繩子交給裁判計算成績。(隊員可協助)
4. 第一位隊員將爬繩玩具交給裁判時，第二位隊員就可以將第二具玩具穿上繩子並開始操作(從第二具起就可以將迴紋針先夾(勾)好)。
○ 第三位、第四位依序進行。
5. 在規定時間內每人最多有2次機會，四個人最多8次機會。
6. 時間終止時便須停止動作並將繩子拉緊，等待裁判紀錄成績。

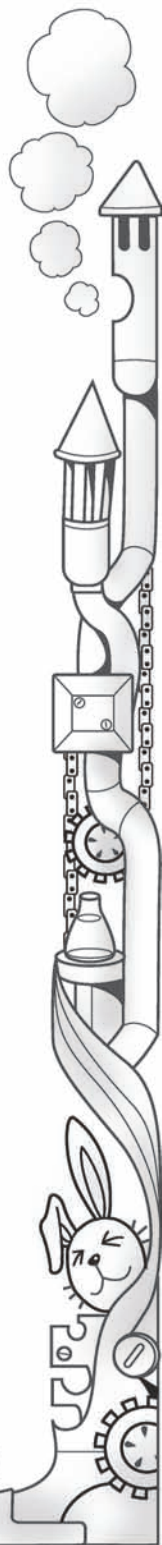


(四) 評分標準

1. 每完成一回合時記錄光碟爬繩玩具所載迴紋針數(個位數為0或5)，再加5即為此回合得點。
2. 時間終止時，若光碟爬繩玩具的下緣已經通過繩子中點(由掛鉤端至離地150公分處之中點)但未達終點，則該回合以迴紋針數量之半計點。
3. 若未能完成一回合即放棄者，此回合以0點計。並依序由下一位隊員繼續操作。
4. 累積各回合得點即為該隊活動一的總得點，所有參賽隊伍排序後，再以六等第計分法計分。

(五) 注意事項

1. 操作爬繩玩具爬升過程，繩子必需垂直地面，且兩手施力的方向必須盡量保持順著繩子方向平行施力，即不得將繩子向外張開成「八」字形。經裁判警告，同一隊達三次則不得再比賽。且成績計算到此為止。
2. 每一回合開始操作之前就必須決定好載重(迴紋針數量)，開始操作之後就不得調整載重。
3. 玩具爬升未達終點(裁判認定才算達到終點)而滑落時，可繼續操作，不扣分。
4. 所夾(勾)掛的每一串迴紋針只能以第一支夾掛，其餘的必須一支接一支成長串自然下垂，

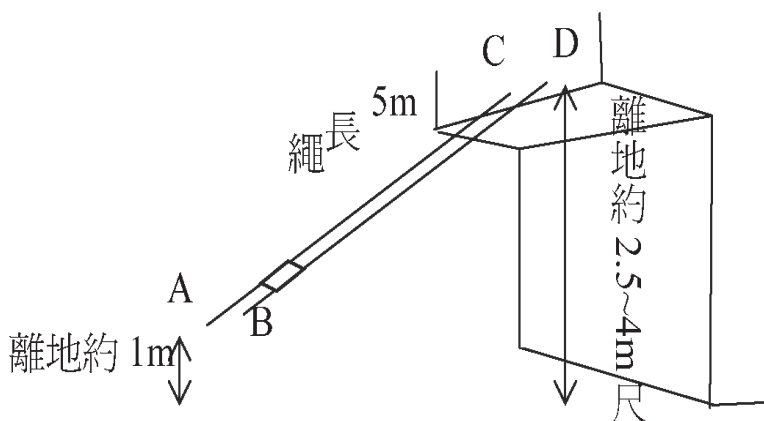


直到第20支。第21支起則為第二串、第41支起則為第三串……，每一串均只能以第一支夾掛。

5. 若迴紋針在中途掉落，操作者須馬上暫停動作，由隊友協助將掉落的迴紋針掛回，之後繼續操作。
6. 若繩子在吊架上有滑動或鬆脫的現象，必須馬上停止操作，綁緊後繼續操作。
7. 最後一位經裁判計錄成績之後，便須盡快將吊架自行取下。

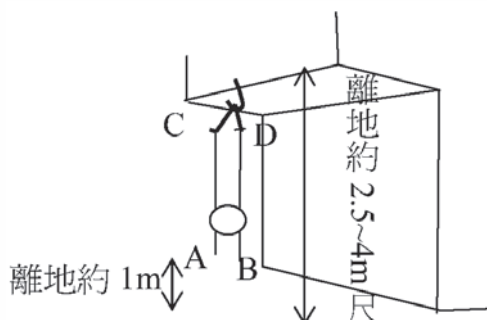
(六) 競賽時間

由裁判宣佈開始算起，每隊有6分鐘時間，中間不暫停計時。



(活動一場地)

圖三：活動一場地佈置



(活動二場地)

圖四：活動二場地佈置

活動三： 創意競賽

★ 競賽製作

1. 創意作品基本條件：使用不同種類之材料製作獨創的爬繩玩具，並運用如同活動一、二之原理，利用調整繩子張力改變摩擦力，同時使爬繩玩具扭轉上升。
2. 設計說明書：須附創意作品設計說明書，字數100字以上。
3. 內容說明設計的靈感、理念、功能、操作方式、取材、更長遠的理想等。

★ 評分標準

設計之創意(尤其是爬升原理之創意)30%、趣味性或實用性20%、取材之巧妙性20%、整體美觀15%、說明書之充實、流暢及貼切15%。

四. 材料總表

★ 大會提供

活動項目	編號	品名	規格	數量	備註
活動一	1	鐵絲	16號， 直徑1.6mm， 長約8公尺以上	各隊 1條	現場折彎，製作 4~8具爬繩玩具。 (活動一用) 現場製作一個吊架， 尺寸限制:不超過一片光碟片 範圍(活動二用)
	2	水電膠帶	一般	若干	用於固定鐵絲兩端使定型
	3	粗棉線	直徑約1mm， 長約5公尺*2， 至少可耐 2500gw拉力	各站 2條	一端固定於2.5~4 公尺高處，兩條繩子 固定端相距5公分， 另一端為操作端
活動二	4	堅固的鉤子	一般	各站 1個	穩定固定於2.5 ~4.0公尺之高處， 用來懸掛吊架
	5	大迴紋針	長度約5cm， 重量約1.3gw/ 支	各站 1盒	當重物用。 每20個、10個、 5個串成一串

★ 自備器材

活動項目	編號	品名	規格	各隊數量	備註
活動二	1	光碟片	一般，直徑約12公分	4個	事先製成光碟爬繩玩具4具，每具限以一片光碟製成，可以膠帶、雙面膠黏貼。
	2	繩子	長度2.5~4公尺(現場可裁剪)，材質、粗細不拘。每一公尺長的繩子掛600克重時，伸長量不得超過5公分	2條	兩條繩子之一端均繫緊於吊架上，另一端為操作端
	3	鉗子、剪刀等工具	不限	不限	現場不提供電源(活動一、二均可使用)
	4	手套	不限	不限	保護手，以免被繩子割傷(活動一、二均可使用)

五. 時間總計

1. 製作時間(含說明及領取材料)：30分鐘。
2. 評審時間：18隊共40分鐘。

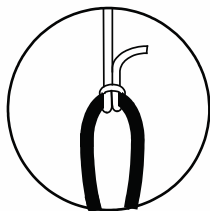
六. 總評分

活動一、二分別排序以六等第計分後，兩部分的分數相加即為本項目成績。最高分者若不只一隊則以活動二成績較佳者為第一名，可獲單項冠軍。創意競賽成績不併入大會獎計分，另外頒發數名創意獎。

七. 給評審的建議

(一)場地方面

1. 室內、外均可，有二樓看台者最佳，方便於固定繩子和掛鉤。
2. 活動一地面操作位置之方形區位置(邊長80公分):以5公尺繩子上端固定拉緊之後，另一端離地高度約1m處，操作者站立操作方便為原則。
3. 活動一，每一站可在相鄰5cm 的兩位置，事先綁上多條繩子為備用，每一條繩子都必須先試掛3000gw重物(約5~6瓶礦泉水)，每條繩子末端繫上一隻髮夾以方便穿過爬繩玩具的圈圈，如圖五。



圖五



4. 活動二地面操作位置之方形區位置(邊長80公分):方形區前緣距離掛勾正下方投影處約30公分,以免吊架、玩具或迴紋針掉落時砸到人。
5. 活動二的掛鉤至少要能承受6kgw的重量。

(二)時間方面

活動(一)及活動(二)之時間上限均為6分鐘。嚴格要求參賽者遵守時間規定,以時間控制賽程。

(三)裁判方面

1. 最好能在製作期間就查看作品是否合規定,及早告知以便於即時更正。若於競賽中發現不合規定而影響成績,由參賽者自行負責。
2. 需注意活動二各隊自備的繩子的彈性。準備一瓶550~600ml的礦泉水及一支超過105cm的直桿,距離其中一端100cm處及105cm處劃記號,當做檢測之用。若懷疑繩子彈力常數太小(太容易伸長),可將繩子上端固定掛起來,在超過1公尺的下端綁(或掛)上礦泉水,以直桿檢測繩子未受力前相距1m的兩點在綁上礦泉水之後若超過105cm,則不得使用。
3. 活動一繩子上的記號應於佈置場地時便以油性筆標示清楚。活動二參賽隊伍自備的繩子,其上的記號應於賽前製作時間內,於綁上吊架之後測量好並要求標示清楚,其中中點必須配合掛鉤高度,因此必須告知標示的位置。

